



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра инновационных технологий управления в государственной сфере
и бизнесе**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(магистерская диссертация)

На тему Перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира

Исполнитель Макбуль Асем Абдо Хамед

Научный руководитель кандидат экономических наук, доцент

Семенова Юлия Евгеньевна

**«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой**

кандидат экономических наук, доцент
Семенова Юлия Евгеньевна

« 05 » июня 2024г.

**Санкт-Петербург
2024**

Оглавление

Введение	3
1 Теоретические аспекты развития «зеленой» энергетики	7
1.1 Сущность, значение и виды «зеленой» энергетики	7
1.2 Особенности реализации проектов «умных» городов мира	20
2 Организационно-экономический анализ возможностей развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира	36
2.1 Оценка результатов функционирования и определение специфики «зеленой» энергетики в условиях современной экономики	36
2.2 Исследование организационно-экономических характеристик проектов «умных» городов мира	46
3 Разработка рекомендаций по внедрению «зеленой» энергетики в проекте «умный» город в новом каире	61
3.1 Внедрение технологии солнечной энергетики	61
3.2 Внедрение «умной» системы транспорта	69
3.3 Внедрение ветровой энергетики	75
Заключение	87
Список использованной литературы	91

Введение

В современном мире перед человечеством стоит одна из самых насущных задач - сохранение окружающей среды и обеспечение устойчивого развития. Под угрозой находится экосистема планеты из-за антропогенного воздействия, приводящего к изменению климата и истощению природных ресурсов. В этом контексте особенно актуальным становится внедрение «зеленой» энергетики в проекты «умных» городов, которые представляют собой не только центры экономического и социального развития, но и крупные потребители энергии. Сегодня мир сталкивается с растущей потребностью в принятии мер по уменьшению выбросов парниковых газов, снижению зависимости от нестабильных поставок нефти и газа, а также улучшению качества жизни горожан. В связи с этим разработка и реализация проектов, направленных на создание «умных» городов с использованием «зеленой» энергетики, становится стратегически важной задачей для мирового сообщества.

Актуальность темы перспективы развития «зеленой» энергетики заключается в том, что миру требуется более безопасная и устойчивая жизнь, улучшение жизни граждан и экономический рост, достижение принципа нулевых выбросов углекислого газа, достижение «умной экономики», умной жизни (которая включает культуру, здравоохранение, жилье, безопасность, образование и развлечения), а также разумное управление. Умный транспорт, снижающий зависимость от ископаемого топлива и стимулирующий инвестиции в рынки возобновляемых источников энергии, стимулирование инвестиций в рынки возобновляемых источников энергии и необходимость расширения возможностей трудоустройства в различных сферах бизнеса, таких как недвижимость и энергетика. Выбор темы данного исследования, помимо его актуальности, во многом обусловлен постоянно меняющейся ситуацией в последние годы в сфере инвестиций в зеленую энергетику и отказа от ископаемого топлива. Следует отметить, что существует довольно большое количество научных исследований, посвященных теоретическим основам и практическим подходам к изучению развития зеленой

энергетику. Но следует отметить, что эта тема не полностью освещена с практической точки зрения. В большинстве случаев авторы в своих работах рассматривают факторы развития зеленой энергетики в проектах «умных» городов мира в целом, не акцентируя внимание на факте существования региональных различий. Таким образом, можно отметить, что аспект, изучаемый в данной работе, не был полностью исследован в литературе. В целом, развитие зеленой энергетики в проектах «умных» городов не ограничивается только экономической сферой и достижением зеленой экономики, но и в области архитектуры и современных технологий, так что в области архитектуры архитекторы разрабатывают проекты в соответствии с теорией достижения принципа устойчивости и нулевого выброса углерода, и с помощью этих теорий людям обеспечивается более разумная и чистая жизнь в разных частях света.

Степень научной разработанности проблемы. Проблема развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира представляет собой актуальное и многогранное направление исследований, привлекающее внимание ученых и практиков в области устойчивого развития и энергетики. Анализ научных статей и публикаций по теме «зеленой» энергетики в умных городах показывает, что данная проблема привлекает значительное внимание исследователей. В работах занимались зарубежные и отечественные ученые и авторы, как Рифкин Джереми, Энтони Таунсенд, Карло Ратти, Бойд Коэн, Денисов И.Н. Панфилов Е. Ю., Гурман И.В., Багдасарян С.С. , Мишина Н. А., Котова Л. Г., Смирнова Д. К., Носкова А. С. , Дыкусова А.Г., Гивчак В.А., Хатьков В. Ю., Лившиц В. Н., Мызникова М. Н., Абдулаев М.К. , Хасбулатов Т.Р., Мишкова М. П., Гарбарук К. С., Колтаков Н.О., Акимова О. Е., Волков С. К., Кузлаева И. М., РУЗИНА Е. И., ТЫРКБА Х. В., АСМЯТУЛЛИН Р. Р., Ильина, И. Н., Коно, М., Власов В.Н., Абузьярова Ю.Р. Зубарев А.М., Карбекова А. Б., Сайпидинов И. М., Мамыралиева А.Т., Ивановский Б.Г., Павлова М. А. , Гаврилина А. Б., Голубева Е.И. , Киселёва С.В. , Чернова Н.И., Рафикова Ю.Ю. , Саянов А.А. , Нефёдова Л.В. , Прасолова А.И., Тульская Н.И., управленческие порталы и ресурсы Интернет рассматриваются различные аспекты внедрения возобновляемых источников энергии в

городскую инфраструктуру, а также технологии умных сетей для оптимизации энергопотребления. Однако, несмотря на широкий спектр исследований, остаются не разработанными некоторые аспекты, такие как экономическая эффективность и социальные последствия внедрения «зеленой» энергетики.

Цель представленного исследования заключается в исследовании перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- Исследовать теоретические аспекты развития «зеленой» энергетики;
- Провести организационно-экономический анализ возможностей развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира;
- Разработать рекомендации по внедрению «зеленой» энергетики в проекте «умный» город в новом Каире.

Объектом данного исследования является процесс развития «зеленой» энергетики в рамках проектов «умных» городов по всему миру.

Предметом исследования является перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира.

Научная база работы охватывает разнообразные источники информации, включая научные статьи, книги, диссертации, отчеты, доклады исследовательских организаций, официальные документы, данные, опубликованные в монографиях, научных журналах, сборниках трудов, материалах конференций, периодической печати, в том числе в сети Интернет, а также данные, собранные лично автором при проведении исследования.

Научная новизна полученных в ходе исследования результатов заключается в следующих ключевых аспектах: в работе предложен интегративный в работе предложен интегративный междисциплинарный подход, позволяющий комплексно рассматривать технические, экономические и социальные аспекты развития «зеленой» энергетики в контексте «умных» городов, разработаны новые стратегии управления энергопотреблением, учитывающие поведенческие факторы и возможности интернета вещей и анализа больших данных, предложены инновационные технологические решения для повышения устойчивости

энергосистем «умных» городов, включая использование накопителей энергии и оптимизацию сетей, разработана методика комплексной оценки эффективности стратегий «зеленой» энергетики с учетом различных технических и нетехнических факторов.

Теоретическое значение исследования заключается в развитии теоретических концепций и моделей в области «зеленой» энергетики и умных городов, формировании новых методологий анализа и оценки эффективности стратегий «зеленой» энергетики в умных городах, выявлении текущих тенденций и вызовов, что позволяет адаптировать стратегии развития к изменяющимся условиям, создании теоретической базы для дальнейших исследований в этой области, поддержке интеграции знаний из различных дисциплин для комплексного подхода к проблеме «зеленой» энергетики в умных городах.

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть непосредственно использованы для:

- Разработки эффективных стратегий умных городов с использованием «зеленой» энергии;
- Оптимизации использования энергетических ресурсов и снижения затрат;
- Стимулирования бизнес-инноваций и развития новых технологий;
- Улучшения качества жизни горожан и поддержки экологической устойчивости умных городов;

Апробацию работы. Теоретические основы и практические результаты данного исследования были представлены на VI Международной научно-практической конференции «Стратегия формирования экосистемы цифровой экономики» (27 марта 2024 года), проводившейся в Юго-Западном государственном университете, г. Курск. Основные результаты работы опубликованы в 2 статьях автора общим объемом 0.81 усл. печ. л.

Структура диссертационной работы. Структура научной работы включает в себя введение, три основных раздела, заключение, список литературы.

1 Теоретические аспекты развития «зеленой» энергетики

1.1 Сущность, значение и виды «зеленой» энергетики

Суть «зеленой» энергетики заключается в производстве энергии с использованием возобновляемых источников, которые в процессе эксплуатации минимизируют негативное воздействие на окружающую среду. Этот вид энергетики ставит перед собой цель сокращения выбросов парниковых газов, уменьшения зависимости от источников энергии, основанных на ископаемых ресурсах, и поддержания устойчивого развития. Чтобы полностью отразить сущность «зеленой» энергетики и подчеркнуть ее важность в контексте устойчивого развития, необходимо рассмотреть ее основные аспекты. Они включают в себя использование возобновляемых источников энергии, минимизацию экологического вреда, обеспечение энергоэффективности, социальную ответственность и стремление к устойчивому развитию. Путем использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая, гидроэнергетика (энергия воды), биомасса (энергия органических материалов) и геотермальная энергия, «зеленая» энергетика не только сокращает зависимость от ископаемых топлив, но и снижает выбросы парниковых газов, что помогает сохранить природные ресурсы и смягчить изменение климата. Производство «зеленой» энергетики с минимальным экологическим воздействием вносит значительный вклад в улучшение качества воздуха, воды и почвы, а также в сохранение биоразнообразия. Благодаря своей энергоэффективности и постоянным технологическим инновациям, «зеленая» энергетика способствует сокращению затрат и повышению доступности чистой энергетики для всех слоев общества [11, с. 60-62].

Энергоэффективность действительно является одним из ключевых преимуществ технологий «зеленой» энергетики. Большинство из них отличаются довольно высоким коэффициентом полезного действия - способностью преобразовывать значительную часть поступающей энергии (солнечного света, ветра, воды) в полезную работу в виде электроэнергии. Это означает более рациональное использование природных ресурсов и минимизацию потерь по сравнению с

традиционной энергетикой, сжигающей органическое топливо.

Высокая эффективность использования энергии «зелеными» технологиями вносит значимый вклад в снижение совокупного энергопотребления в масштабах всей экономики. Это позволяет оптимизировать производственные процессы, сократить избыточный расход энергоресурсов и таким образом приблизиться целям устойчивого развития, экологической безопасности, декарбонизации и адаптации к изменениям климата.

Помимо непосредственных экологических выгод, активное развитие сектора возобновляемой и «зеленой» энергетики имеет важнейшее социально-экономическое значение. Это связано с созданием новых высокотехнологичных и инновационных отраслей промышленности, а значит, и новых качественных рабочих мест для высококвалифицированного персонала. Кроме того, растущий сектор «зеленой» энергетики стимулирует развитие смежных областей, таких как накопители энергии, элементы автоматизации, цифровые технологии управления энергосистемами и т.д. Это вносит существенный вклад в технологическое развитие, инновации, экономический рост. В целом концепция «зеленой» энергетики с ее высокой эффективностью использования ресурсов играет одну из ключевых ролей в переходе человечества к парадигме устойчивого развития, которая удовлетворяет потребности современных поколений, не подрывая при этом возможности будущих поколений. Использование возобновляемых источников энергии сопровождает человечество на всех этапах его истории - от первобытных времен до современности. Еще на заре цивилизации люди научились утилизировать энергию солнца, ветра, воды для обеспечения своей жизнедеятельности с помощью примитивных технологий вроде ветряных и водяных мельниц.

Однако в эпоху стремительной индустриализации и научно-технического прогресса в качестве основного источника энергии стали использовать ископаемое органическое топливо - уголь, затем нефть и газ. Это позволило человечеству совершить колоссальный рывок в своем развитии, но привело и к беспрецедентному загрязнению планеты и нарушению климатического баланса. Сейчас,

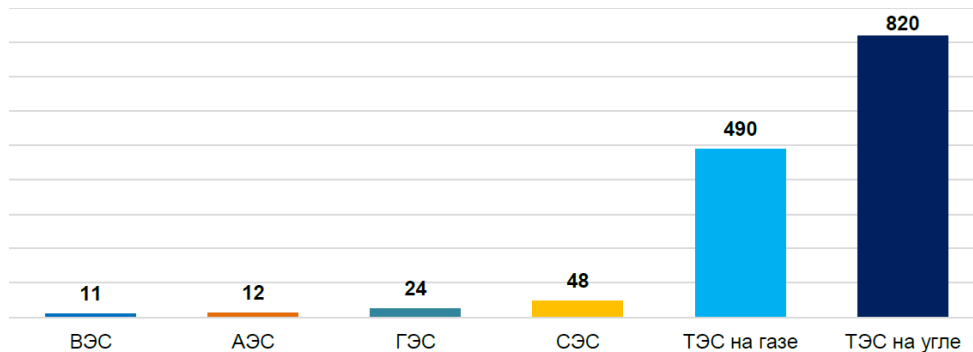
осознав масштаб этих вторичных эффектов, общество возвращается к более широкому использованию возобновляемых источников - уже на новом технологическом уровне. Это и есть концепция «зеленой» энергетики, которая должна лечь в основу низкоуглеродной экономики будущего, основанной на рациональном и эффективном использовании ресурсов. Сегодня человечество вступает в новый этап своей энергетической эволюции, который можно охарактеризовать как энергетическую трансформацию. Ее суть заключается в том, что возобновляемые источники энергии (ВИЭ) начинают играть все более заметную и важную роль в мировом энергобалансе, постепенно вытесняя традиционные ископаемые виды топлива. Этому способствует целый ряд факторов, таких как стремительное технологическое развитие и снижение стоимости оборудования для «зеленой» энергетики, а также растущее понимание масштаба угрозы глобального изменения климата и необходимости кардинальных мер по декарбонизации экономики в масштабах всей планеты. Можно сказать, что современная энергетическая революция возвращается к своим истокам - к тем самым возобновляемым источникам энергии, которые человечество использовало на заре своей истории. При этом открываются принципиально новые горизонты для по-настоящему устойчивого и экологически безопасного развития общества в долгосрочной перспективе.

Поворотным моментом в осознании необходимости этой трансформации мировой энергетики стал энергетический (нефтяной) кризис середины 1970-х годов. Резкое повышение цен на углеводородное сырье, вызванное как политэкономическими, так и конъюнктурными факторами, заставило развитые страны, чьи экономики во многом зависели от дешевого импорта нефти, серьезно пересмотреть свои энергетические стратегии в сторону большей устойчивости и диверсификации. В ответ на этот вызов сложились два основных подхода. Первый заключался в масштабных усилиях по энергосбережению и повышению эффективности использования топлива, включая утилизацию вторичных энергоресурсов. А второй подход базировался на развертывании генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников энергии. Сам этот термин получил

широкое распространение как раз после 1970-х годов [11, с. 72-74].

Эти два взаимодополняющих направления - энергоэффективность и «зеленая» энергетика - помогли развитым странам пройти сложный период адаптации к новым условиям на рынке углеводородов и в целом сделали их энергосистемы более гибкими, сбалансированными и устойчивыми. А главное - заложили фундамент для постепенного глобального перехода на более экологичные источники энергии в долгосрочной перспективе. Что касается факторов, которые обусловили активизацию развития возобновляемой энергетики в конце XX — начале XXI века, то здесь можно выделить несколько ключевых моментов. Во-первых, это вопрос энергетической безопасности и независимости государств от поставок ископаемого топлива из нестабильных регионов. Во-вторых, обостряющиеся экологические проблемы и угрозы изменения климата, вызванные сжиганием углеводородов. В-третьих, фундаментальное преимущество возобновляемых источников как неисчерпаемых и повсеместно доступных. И в-четвертых, повышение экономической привлекательности «зеленой» генерации по мере совершенствования технологий и наращивания масштабов.

В совокупности все эти факторы определяют тот растущий интерес к возобновляемым источникам энергии, который ставит под вопрос господство традиционной энергетики и открывает путь к формированию по-настоящему устойчивых и экологичных энергосистем будущего. Человечество возвращается к своим энергетическим корням, но уже на качественно ином технологическом уровне.



Источник: The IPCC Special Report on Renewable Energy and Climate Change Mitigation

Рисунок 1.1 - Удельные выбросы парниковых газов г. CO₂ экв. /кВт·ч (медиана) в течение жизненного цикла объектов генерации электроэнергетики

В представленном графике наглядно демонстрируется уровень выбросов парниковых газов на единицу производимой электроэнергии для различных технологий генерации. Эти данные недвусмысленно указывают на то принципиальное преимущество в плане воздействия на окружающую среду, которым обладают возобновляемые источники энергии по сравнению с традиционными.

Это лишь один из аспектов широкой концепции «зеленой» энергетики, подразумевающей комплексный подход к обеспечению экологической устойчивости систем производства и потребления энергии. В число ключевых составляющих данной концепции входит следующее:

- Минимизация вредных выбросов и прочего ущерба для окружающей среды за счет использования возобновляемых неисчерпаемых источников вроде солнца, ветра, воды. Это критически важно для борьбы с изменением климата и сохранения экосистем;

- Содействие устойчивому экономическому росту посредством создания новых высокотехнологичных отраслей промышленности, притока инвестиций в НИОКР, повышения энергобезопасности за счет снижения зависимости от колеблющихся цен на ископаемое топливо;

- Улучшение качества жизни общества благодаря доступу к надежной и доступной энергии для широких слоев населения, созданию новых рабочих мест, обеспечению чистоты окружающей среды;

- Стимулирование технологического прогресса в сфере энергетики посредством инноваций, призванных повысить эффективность использования возобновляемых источников. Это повышает конкурентоспособность компаний и государств на мировом рынке.

При этом в контексте «зеленой» энергетики речь идет именно об источниках, которые не только возобновляемы, но и не оказывают существенного негативного влияния на окружающую среду. Это важное уточнение, поскольку, например, производство компонентов для солнечных панелей или ветряных турбин тоже сопряжено с определенным ущербом для экосистем. Поэтому «зеленая» энергетика предполагает комплексный подход, минимизирующий не

только прямые выбросы на этапе получения энергии, но и косвенное негативное воздействие на всех звеньях производственно-сбытовой цепочки. К таким методам относится, в частности, переработка отходов и вторичное использование ресурсов. В отличие от традиционной энергетики, основанной на сжигании органического топлива, альтернативные источники энергии не приводят к накоплению парниковых газов в атмосфере, что является главной причиной изменения климата. Кроме того, внедрение относительно недорогих локализованных решений типа солнечных или ветровых станций значительно доступнее для местных сообществ и не требует глобальной инфраструктуры в виде трубопроводов или танкеров. А главное – такие объекты на основе возобновляемых источников энергии не нуждаются в постоянных поставках топлива, что делает их гораздо более эффективными в плане затрат и потребления ресурсов.

Все эти аспекты играют ключевую роль в перспективе кардинального снижения углеродного следа мировой экономики и достижения целей Парижского соглашения по климату. Согласно прогнозам, реализация сценария устойчивого развития с эффективным ценообразованием на выбросы CO₂ позволит к 2025 году сократить глобальные выбросы этого парникового газа на 36% по сравнению с базовым уровнем. А по отношению к показателям 2018 года это эквивалентно 32-процентному снижению. Такой прогресс соответствует долгосрочной цели по ограничению глобального потепления в пределах 1,5–2 градусов Цельсия, закрепленной Парижским соглашением (Рисунок 1.2).

И в решении этой важнейшей задачи ключевая роль принадлежит как раз стремительному развитию «зеленой» энергетики с ее возобновляемыми неисчерпаемыми источниками. Установки, использующие ископаемое топливо для генерации электроэнергии, тепла и на различных видах транспорта, суммарно являются крупнейшим источником выбросов парниковых газов в атмосферу. Помимо этого, следует учесть, что «зеленая» энергетика обеспечивает возможность внедрения относительно недорогих и локализованных энергетических решений, таких как солнечные фермы. Такие проекты могут быть реализованы с меньшими затратами и могут быть более доступными для местных сообществ. Кроме

того, энергетические установки, работающие на «зеленых» технологиях, требуют минимальных дополнительных затрат на энергоресурсы после начала эксплуатации, что способствует их эффективному использованию и экономии энергии.

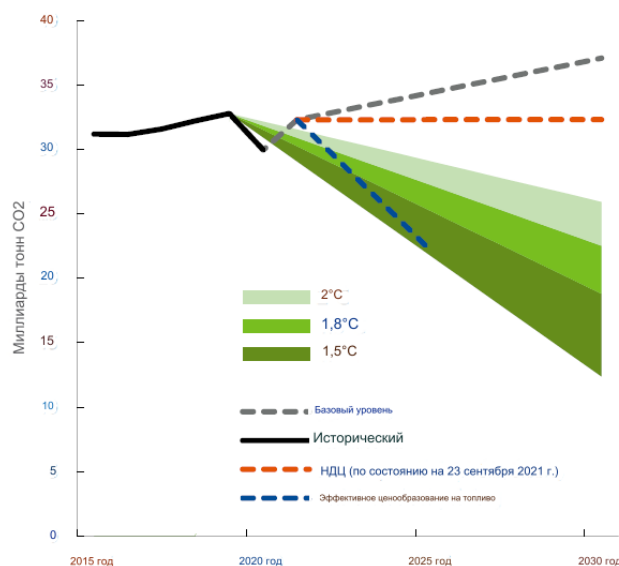


Рисунок 1.2 - Глобальные пути распространения CO₂ для достижения целевых значений температуры

Представленный график иллюстрирует планируемый сценарий снижения глобальных выбросов CO₂ при эффективном ценообразовании на выбросы углерода. В частности, прогнозируется, что к 2025 году удастся достичь 36-процентного сокращения выбросов от базового уровня, что эквивалентно 32-процентному снижению по отношению к показателям 2018 года.

Такое значительное сокращение стало бы важным шагом на пути ограничения глобального потепления в рамках целей Парижского соглашения и предотвращения катастрофических последствий изменения климата. И ключевую роль в достижении этих целей должно сыграть как раз повсеместное внедрение технологий «зеленой» энергетики, базирующихся на возобновляемых источниках.

Помимо значимого положительного эффекта для экологии, активное развитие сектора «зеленой» энергетики несет с собой существенные экономические выгоды и открывает новые перспективы для экономического роста. Здесь можно

выделить несколько ключевых аспектов. Во-первых, создание целого сектора новой инновационной энергетики стимулирует развитие высокотехнологичных отраслей промышленности, связанных с проектированием, производством, монтажом и обслуживанием соответствующего оборудования. Это ведет к появлению новых рабочих мест в сфере «зеленых» технологий, притоку инвестиций в НИОКР, росту производительности труда.

Во-вторых, переход на возобновляемые источники энергии позволяет повысить энергетическую безопасность за счет снижения импортозависимости от поставок ископаемого топлива по нестабильным ценам. Это особенно актуально для стран, не обладающих собственными запасами нефти и газа. Диверсификация «энергетической корзины» за счет «зеленых» технологий способствует экономической стабильности.

Наконец, в зависимости от природно-климатических факторов в том или ином регионе мира технологии «зеленой» энергетики могут демонстрировать различную эффективность и окупаемость инвестиций. Например, в странах с высокой солнечной активностью внедрение фотоэлектрических станций является особенно перспективным и позволяет получать дешевую электроэнергию.

Что касается основных видов «зеленой» энергетики, то в настоящее время наибольшие объемы генерации приходятся на гидроэлектростанции, доля которых составляет порядка 54% от всей «зеленой» энергетики. Далее идут ветряные электростанции, а на третьем месте – солнечная фотоэлектрическая генерация, которая демонстрирует самые высокие темпы роста в последние годы. Еще одним перспективным направлением является биоэнергетика, использующая в качестве топлива отходы сельского хозяйства, а также геотермальная энергия из недр Земли.

Крупным потребителям энергии – как промышленным предприятиям, так и домохозяйствам – отводится важная роль в стимулировании развития «зеленой» энергетики посредством собственного спроса. Их влияние проявляется в следующих аспектах:

— Содействие сохранению запасов ископаемого топлива за счет

сокращения его использования. Это позволяет продлить срок службы невозобновляемых ресурсов, которые находятся под угрозой истощения;

— Снижение импортозависимости по энергоресурсам за счет диверсификации «энергетической корзины». Это повышает экономическую безопасность и снижает риски от резких ценовых колебаний на мировых рынках углеводородов.

Переход к возобновляемым источникам энергии несет с собой целый комплекс взаимосвязанных позитивных эффектов - от экологических и экономических до социальных. Рассмотрим наиболее значимые из них.

Во-первых, использование «зеленой» энергетики вместо традиционных видов топлива, таких как уголь и нефть, позволяет существенно снизить вредные выбросы в атмосферу. Это замедляет накопление парниковых газов, а значит, смягчает негативные последствия изменения климата и экстремальных погодных явлений. При условии быстрого глобального перехода к «зеленой» энергетике еще есть шанс предотвратить необратимую деградацию окружающей среды и климатическую катастрофу.

Во-вторых, снижение загрязнения атмосферы за счет «зеленой» энергетики положительно сказывается на здоровье людей и увеличивает продолжительность жизни. По оценкам ВОЗ, до 7 миллионов человек ежегодно умирают из-за загрязнения воздуха тонкими частицами. Переход к чистым источникам энергии -это возможность предотвратить миллионы преждевременных смертей и улучшить качество жизни для миллиардов людей.

В-третьих, активное развитие сектора «зеленой» энергетики станет мощным стимулом для инноваций, экономического роста и создания новых высокотехнологичных рабочих мест. Это касается как непосредственно энергетической отрасли, так и смежных секторов, производящих комплектующие, осуществляющих монтаж и обслуживание соответствующего оборудования. Переход к «зеленой» экономике открывает колоссальные возможности для развития и повышения благосостояния.

Однако полная трансформация мировой энергетики в устойчивом

направлении — это масштабная задача, требующая значительных усилий и временных затрат. По разумным оценкам, на глобальный переход к «зеленой» энергетике может уйти более 30 лет при условии слаженных действий и инвестиций со стороны всех ключевых участников процесса [11, с. 60-74].

Дело в том, что помимо собственно технологического аспекта, этот переход затрагивает еще целый ряд областей - от изменения инфраструктуры и бизнес-моделей до трансформации потребительского поведения и государственного регулирования. Успех возможен только при комплексном подходе, учитывающем всю совокупность факторов - от научных изысканий до просветительской работы с населением. В то же время постепенное совершенствование технологий «зеленой» энергетики, снижение их стоимости, повышение доступности и информированности общества создает хорошие предпосылки для ускорения этого глобального энергетического перехода. И ключевыми драйверами здесь выступают как раз опасность истощения традиционных энергоресурсов в обозримой перспективе и обострение экологических проблем вплоть до угрозы климатической катастрофы. Эти масштабные вызовы и определяют необходимость кардинальной трансформации существующей модели мировой энергетики в сторону возобновляемых источников. Интеграция возобновляемых источников энергии в глобальный энергобаланс продиктована рядом взаимосвязанных факторов, среди которых можно выделить следующие ключевые моменты.

Во-первых, это неизбежное истощение традиционных запасов органического топлива - нефти, газа и угля. При сохранении нынешних объемов потребления этих ресурсов оценочные запасы будут выработаны всего через 70-100 лет. Это заставляет уже сейчас активно развивать альтернативные возобновляемые источники энергии, чтобы обеспечить устойчивое функционирование энергосистем в будущем. К тому же более экономное использование оставшихся запасов органического топлива позволит сохранить ценное углеводородное сырье для неэнергетических отраслей промышленности.

Во-вторых, возобновляемые источники энергии помогают повысить энергетическую безопасность и снизить зависимость от импорта топлива. Многие

страны вынуждены импортировать львиную долю необходимых им энергоресурсов, что ставит их в уязвимое положение относительно колебаний цен и использования поставок в качестве геополитического инструмента давления. Увеличение доли собственной «зеленой» генерации избавляет от этих рисков.

В-третьих, активное внедрение технологий возобновляемой энергетики может внести весомый вклад в решение проблемы глобального потепления и других негативных экологических эффектов от сжигания ископаемого топлива. Согласно прогнозам, без серьезных мер по декарбонизации энергетики средняя температура планеты может повыситься на 4°C уже к концу века. А это чревато катастрофическими последствиями.

В-четвертых, широкое распространение «зеленых» технологий позволит существенно снизить риски крупных техногенных аварий и катастроф вроде Чернобыльской или Фукусимской, последствия которых зачастую выходят далеко за национальные границы. Хотя возобновляемые источники энергии также не лишены недостатков, в целом они гораздо более безопасны для окружающей среды.

В-пятых, технологии возобновляемой энергетики обладают существенным преимуществом в плане децентрализации производства энергии и приближения его к конечным потребителям. Это особенно актуально для удаленных и труднодоступных территорий, не охваченных централизованным электро-и теплоснабжением.

В-шестых, лидерство в сфере научных изысканий и технологических инноваций возобновляемой энергетики все в большей степени станет определять конкурентоспособность национальных экономик и их готовность к вызовам нового технологического уклада.

Анализ глобальных энергетических трендов свидетельствует о том, что «зеленая» энергетика играет все более заметную роль в устойчивом развитии мировой экономики. Это обусловлено рядом факторов. Так, происходит постепенное истощение традиционных ископаемых энергоресурсов – нефти, газа и угля. При сохранении нынешних темпов потребления их запасов хватит лишь на

несколько десятилетий. Это заставляет уже сейчас активно развивать альтернативные возобновляемые источники энергии, чтобы обеспечить устойчивое функционирование энергосистем в обозримой перспективе. Отдельно наблюдается обострение экологических проблем, связанных с использованием углеводородов. Их сжигание приводит к накоплению парниковых газов в атмосфере, что, в свою очередь, ведет к негативным изменениям климата. Переход на «зеленые» технологии позволит значительно снизить вредные выбросы и замедлить глобальное потепление.

Сами по себе возобновляемые источники энергии характеризуются повсеместной доступностью и неисчерпаемостью. В отличие от органического топлива, солнце, ветер, энергия рек присутствуют практически в любой точке земного шара. Это открывает возможность получать энергию там, где ее потребление наиболее целесообразно. Важным фактором является технологический прогресс в сфере «зеленой» энергетики, что ведет к снижению себестоимости производимой ею электроэнергии. Так, за последние 10 лет стоимость солнечных панелей упала более чем в 2 раза. Аналогичная ситуация наблюдается и с оборудованием для ветряных электростанций. Это повышает конкурентоспособность «зеленой» энергетики относительно традиционных источников.

При сравнении «зеленой» и традиционной генерации по критериям эффективности, надежности и экологичности можно отметить ряд преимуществ возобновляемых источников энергии. В частности, многие технологии, такие как солнечные батареи или ветряные турбины, отличаются высоким коэффициентом полезного действия. Это означает рациональное использование природных ресурсов и минимизацию потерь. Кроме того, «зеленая» энергетика не приводит к накоплению парниковых газов в атмосфере и значительно меньше загрязняет окружающую среду. При этом современные технологии, такие как гибридные энергокомплексы или «умные» электросети, повышают надежность поставок энергии от возобновляемых источников, решая проблему их переменчивости.

Другим достоинством ГЧП является возможность распределения ответственности между партнерами в зависимости от их компетенций. Например, IT-

компании могут брать на себя внедрение и поддержку цифровых платформ, а строительные фирмы – создание необходимой инфраструктуры. Это повышает общую эффективность проектов. Кроме того, конкуренция в ходе тендеров стимулирует предложение оптимальных с точки зрения цены и качества решений.

Безусловно, «зеленая» энергетика обладает целым рядом существенных преимуществ, которые делают её ключевым компонентом перехода к устойчивому низко углеродному развитию. Остановимся на них подробнее.

В первую очередь, это экологическая чистота. В отличие от традиционных видов генерации, основанных на сжигании органического топлива, использование возобновляемых неисчерпаемых источников солнечной, ветровой и гидро-энергии не влечет за собой выбросов парниковых газов в атмосферу. Это позволяет эффективно бороться с изменением климата, улучшать качество воздуха и сохранять окружающую среду для будущих поколений.

Возобновляемая энергетика обеспечивает растущую энергонезависимость государств, снижая потребность в импорте ископаемого топлива по нестабильным мировым ценам. Повсеместная доступность источников вроде солнца и ветра позволяет использовать собственные ресурсы для производства энергии, сохраняя экономическую самостоятельность.

Сам сектор «зеленой» энергетики служит драйвером инновационного развития экономики, делая её более современной и динамичной. Разработка и внедрение новых решений как в области самой генерации, так и накопления и распределения экологичной энергии способствует появлению более эффективных технологий, повышению производительности труда, снижению затрат. Это также стимулирует создание новых индустрий и рабочих мест, связанных с производством соответствующего оборудования.

Наконец, развитие «зеленой» энергетики содействует росту экологического сознания общества, демонстрируя приверженность концепции устойчивости и социальной ответственности перед будущими поколениями. Потребители электроэнергии также могут вносить свой вклад в «озеленение» экономики, адресно выбирая экологичных генерирующих поставщиков.

Вместе с тем есть целый ряд вызовов и ограничений, которые также необходимо принимать во внимание применительно к «зелёным» технологиям. Остановимся на некоторых из них:

Интермиттентность возобновляемых источников энергии в зависимости от природных условий затрудняет стабильность поставок и регулирование энергосистем. Требуется значительное пространство под размещение энергоустановок, что может вступать в конфликт с сохранением естественных природных ландшафтов. Высокие капитальные затраты на развитие инфраструктуры сдерживают быстрое масштабирование «зеленой» энергетики, несмотря на сравнительно низкую себестоимость генерации.

Проблемы на пути решения задачи накопления и хранения энергии с целью сглаживания колебаний в её производстве. Необходимы разработка и внедрение новой модели адаптации к переменным графикам генерации и потребления электроэнергии в условиях высокой доли возобновляемых источников. Чтобы минимизировать эти вызовы и продвигать «зеленую» энергетику необходим системный комплексный подход, продуманное регулирование и стратегическое планирование. При этом очевидны огромные выгоды от перехода к устойчивой модели развития.

1.2 Особенности реализации проектов «умных» городов мира

Проводимая в настоящее время во многих странах мира политика создания так называемых «умных городов» является стратегическим ответом на вызовы урбанизации в условиях информационной эпохи. Ее цель - комплексное повышение качества жизни горожан, эффективности городского хозяйства, а также снижение негативного воздействия на окружающую среду за счет использования современных информационно-коммуникационных и «цифровых» технологий.

Суть концепции «умного города» заключается в интеграции передовых технологических решений с инновационными методами управления для

решения насущных проблем растущих городов и агломераций. Это подразумевает активное внедрение цифровых платформ и сервисов для оптимизации городской инфраструктуры, повышения оперативности и качества оказания услуг гражданам, а также переход к более рациональным моделям производства и потребления ресурсов. Ключевое значение при этом имеют решения в сфере «Интернета вещей», больших данных и искусственного интеллекта [40, с. 116-125]. В основе «умного города» лежит разветвленная платформа сбора и аналитики данных на базе датчиков, контроллеров, приложений и других компонентов (Рисунок 1.3).

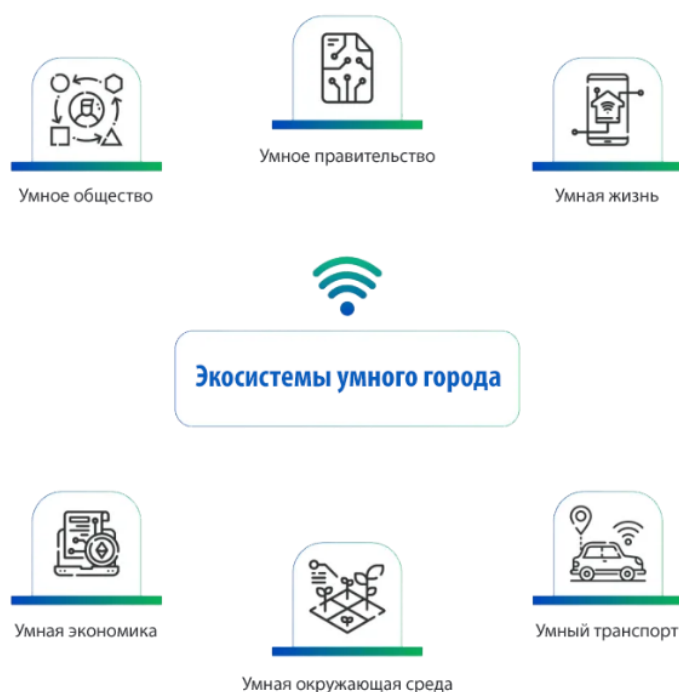


Рисунок 1.3 – Экосистемы «умных» городов

В представленном рисунке наглядно основные характеристики умных городов. Эта информация используется для более эффективного мониторинга и управления жизненно важными городскими системами - от снабжения электроэнергией и водой до организации уличного освещения и реагирования на чрезвычайные ситуации в режиме реального времени. А граждане через мобильные приложения получают доступ к разнообразным городским сервисам, а также

возможность оперативно донести свои запросы или замечания до городских служб.

Что касается экологической составляющей, то «умный город» означает акцент на энергоэффективность и ресурсосбережение, оптимизацию систем энерго-и водоснабжения, сбора и переработки отходов. Все это достигается с использованием цифровых технологий и платформ для максимально эффективного управления всеми ресурсными потоками, снижения потребления и выбросов. Также это означает более адаптивное управление городом, быстрое реагирование на изменение потребностей его обитателей, вызовы и оптимальное распределение ресурсов.

В своем развитии концепция «умного города» эволюционирует от цифровизации отдельных направлений городского хозяйства к системному подходу, основанному на использовании потенциала «больших данных» и искусственного интеллекта. Это позволяет вырабатывать гораздо более обоснованные и оптимальные решения в области градостроительства, рассчитанные на долгосрочный положительный эффект. При этом элементы «умного города» постепенно внедряются во все новые сферы функционирования современных городов по мере развития технологий [10, с. 5-9].

Концепция «умный город» развивается постепенно, внедряя различные элементы в систему стратегического управления территориями (Рисунок 1.4).

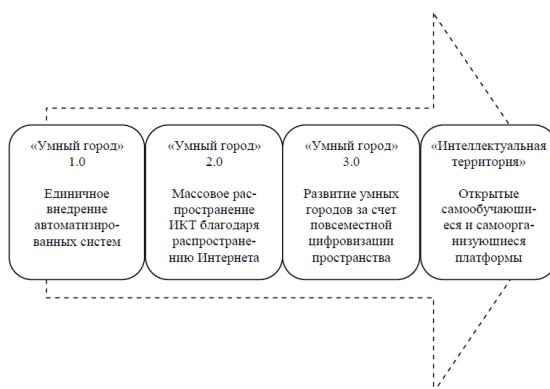


Рисунок 1.4 – Эволюция концепции «умный город»

Представленная схема наглядно демонстрирует поэтапную эволюцию концепции «умного города» - от первоначального акцента на технологических инновациях до комплексного социотехнического подхода, основанного на

тотальной цифровизации, интеграции городских систем и активном вовлечении граждан.

На первом этапе речь шла в основном об использовании передовых технологий, таких как Интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект, для повышения общей устойчивости и управляемости городской инфраструктуры. Главную роль играли технологические компании, предлагавшие соответствующие продукты и решения для нужд формирующейся концепции «умного города».

Затем произошел сдвиг в сторону системного использования цифровых технологий для решения комплексных задач городского развития - от транспортной логистики до социальных услуг. При этом на первый план выходят городские власти, которые выступают заказчиком и координатором реализации различных «умных» решений, хотя степень вовлечения рядовых горожан пока невысока.

Дальнейшая эволюция подразумевала создание по-настоящему интеллектуальной интегрированной городской среды на базе анализа больших данных и машинного обучения. Это позволяет перевести управление городом на качественно новый уровень. При этом ключевым звеном становится именно работа с данными, что содействует социальной интеграции и развитию городского предпринимательства. На этом этапе происходит активная цифровая трансформация практически всех сфер городской жизни, а граждане играют все более заметную роль в процессах принятия решений.

Наконец, завершающий этап предполагает распространение принципов концепции «умного города» на общегосударственную стратегию инновационного развития. Элементы «цифровизации» городского хозяйства становятся неотъемлемой частью экономической политики и системы государственного управления. При этом продолжающаяся дискуссия о сути и рисках внедрения «умных» технологий призвана обеспечить учет региональной специфики и осторожный подход к масштабированию соответствующих решений. В целом же интенсивное развитие и повсеместное распространение концепции «умных»

городов служит ярким примером синергии усилий государства и бизнеса в продвижении передовых цифровых технологий во благо общества. При этом имеется целый ряд успешных кейсов воплощения тех или иных элементов этой концепции в различных странах, начиная от Сингапура и заканчивая ОАЭ. Обобщение и анализ этого практического опыта крайне полезен для выработки эффективной стратегии цифровой трансформации современных городов с учетом их специфики и потребностей.

Концепция «умных» городов, основанная на внедрении передовых информационно-коммуникационных и цифровых технологий для повышения качества жизни, эффективности городского хозяйства и снижения негативного воздействия на окружающую среду, находит все большее практическое воплощение в разных странах мира [47, с. 5-10].

В частности, Сингапур уже многие годы продвигает ряд проектов, позволяющих ему считаться одним из мировых лидеров в области инновационных «умных» решений для городов. Речь, в том числе, идет о комплексной модернизации транспортной инфраструктуры за счет цифровизации, внедрении онлайн-платформ для предоставления государственных услуг, оптимизации систем энерго- и водоснабжения с использованием «Интернета вещей», анализа больших данных и искусственного интеллекта. А в ближайших планах Сингапура - реализация концепции инновационного «Лесного города», который станет эталоном экологически устойчивой застройки с нулевым уровнем выбросов [55].

В свою очередь, в ОАЭ наглядным примером передовой модели «умного» города является проект Масдар, расположенный в пригороде Абу-Даби. Его отличают амбициозные цели по сведению к нулю углеродного следа, максимальному использованию возобновляемых источников энергии и внедрению экологичного городского хозяйства будущего. С этой целью Масдар активно применяет инновационные решения для повышения энергоэффективности зданий, водопользования и переработки всех отходов, а также размещает на территории города испытательные полигоны для солнечной и ветровой энергетики,

накопления энергии, новых композитных материалов и прочих перспективных разработок в сфере устойчивого развития.

Опыт как Сингапура, так и Масдара может служить ценным ориентиром для других городов и стран, нацеленных на внедрение инновационных цифровых и экологических решений для городского хозяйства и инфраструктуры. Рассмотрение конкретных кейсов и заимствование наиболее удачных наработок помогут избежать типовых ошибок и выстроить собственную взвешенную стратегию построения «умного» и устойчивого города, адаптированную под местную специфику. А главная движущая сила такого развития событий – это растущее понимание, что концепция «умных» городов — это не дань моде или некие фантастические видения, а объективное требование времени и неизбежное будущее современной урбанизации в век стремительной цифровизации и нарастающих экологических вызовов [60].

Интенсивное развитие концепции «умных городов», основанной на масштабном внедрении цифровых технологий и платформенных решений, наблюдается в последние годы во многих уголках мира. Яркими примерами здесь могут служить Сингапур, Объединенные Арабские Эмираты, Австралия. Рассмотрим некоторые наиболее интересные проекты более подробно.

Сидней активно использует возможности цифровизации для решения насущных городских проблем и повышения качества жизни населения. В частности, в городе развернута сеть датчиков для мониторинга качества воздуха, позволяющая оперативно выявлять и устранять локальные очаги загрязнения. Другое перспективное направление - внедрение комплексных систем «умного» управления транспортными потоками, оптимизирующих работу светофоров, маршрутов общественного транспорта, парковочных пространств. Это существенно снижает загруженность улично-дорожной сети. Кроме того, активно используются онлайн-платформы для сбора обратной связи от горожан и их непосредственного вовлечения в процессы совершенствования городской среды и услуг [68].

Не менее впечатляющие примеры демонстрируют ОАЭ, где в пригороде Абу-Даби реализуется проект инновационного экогорода Масдар с нулевым уровнем выбросов. Для этого применяется весь спектр самых передовых «зеленых» решений в области энергоэффективного строительства, возобновляемой энергетики, водопользования и утилизации отходов. Масдар также выступает своего рода тестовым полигоном для новейших разработок в сфере устойчивого развития.

Что касается Сингапура, то это по праву считается одним из мировых флагманов внедрения концепции «умного города». Достаточно сказать, что именно Сингапур первым в мире запустил систему беспилотных такси, активно внедряет самоуправляемый общественный транспорт, а также реализует грандиозный проект «Лесного города» - образца экологичной городской среды будущего, функционирующей полностью на «зеленой» энергетике [63].

Масштабное практическое внедрение решений для «умных» и устойчивых городов в Сингапуре, ОАЭ и Австралии ярко свидетельствует, что эта концепция доказала свою жизнеспособность и перешла из разряда футуристических фантазий в категорию прикладных инструментов совершенствования современной городской среды с ее насущными проблемами и потребностями. При этом лучшие практики в данной сфере активно распространяются и адаптируются с учетом региональной специфики, что создает прочную основу для повсеместной реализации принципов «умного» устойчивого развития во всех уголках планеты.

Успешная реализация масштабных проектов по созданию «умных» городов невозможна без тесного взаимодействия государства и бизнеса, объединения их ресурсов и компетенций. Такая кооперация позволяет в полной мере задействовать сильные стороны каждого из партнеров.

В частности, государственные структуры вносят стратегическое видение развития территорий, законодательную базу для внедрения инновационных технологий в городское хозяйство, а также финансовые инструменты поддержки соответствующих проектов. Бизнес же предоставляет передовые технологические разработки в сфере Интернета Вещей, больших данных, искусственного

интеллекта, сервисные платформенные решения, а также опыт их внедрения и масштабирования. Так формируется гибридная экосистема «умного» города, сочетающая преимущества государственного и частного секторов.

При этом для обеспечения эффективности функционирования такой экосистемы требуется решить две важные задачи. Во-первых, это подготовка высококвалифицированных кадров, способных грамотно анализировать массивы данных, поступающие от многочисленных датчиков и сенсоров Интернета Вещей. На этой базе можно вырабатывать обоснованные рекомендации по оптимизации городских систем и прогнозировать траектории их дальнейшего развития. Во-вторых, необходима стандартизация и унификация данных, обмен которыми происходит между различными элементами городской инфраструктуры - от энергосистем до транспортных сетей. Это позволит обеспечить их совместимость и единообразие используемых аналитических подходов. Решение этих задач требует консолидации усилий органов власти, технологических компаний и научного сообщества в деле создания «умных» городов.

Кроме того, для успешной реализации проектов по цифровой трансформации городского хозяйства необходим системный подход с учетом ряда важных факторов:

- Долгосрочный характер таких проектов и, соответственно, потребность в значительных временных и финансовых ресурсах;
- Высокая динамичность внешних факторов, что требует гибких адаптивных решений;
- Сложность управления в силу многофакторности процессов, происходящих в городской среде, и их взаимного влияния;
- Наличие множества заинтересованных сторон и необходимость эффективной координации между ними.

Глубокий анализ практических кейсов, накопленных, в частности, в Сингапуре, ОАЭ и Сиднее позволяет заимствовать лучшие из них для последующей адаптации под нужды конкретных территорий с учетом региональных особенностей. Синтез глобального опыта и локальной специфики — это оптимальный

подход к реализации концепции «умного» города в масштабах всей планеты.

Сравнительный анализ лучших практик внедрения «умных» решений в городскую инфраструктуру позволяет выявить наиболее эффективные подходы и технологии. Опыт таких городов, как Сингапур, Барселона или Сеул демонстрирует широкий спектр инновационных проектов - от цифровизации транспортных систем до внедрения «умных» счетчиков электроэнергии и интеллектуального уличного освещения. В частности, в Сингапуре реализована масштабная программа создания интегрированной автоматизированной системы управления дорожным движением. Она позволяет в режиме реального времени отслеживать транспортные потоки по всему городу и оперативно регулировать их, меняя сигналы светофоров. Это существенно снизило среднее время поездки в часы пик и повысило общую пропускную способность дорожной сети. Другой яркий пример – Барселона, где внедрена система «умных» парковок, помогающая автовладельцам быстро находить свободные места. Что касается жилищно-коммунального хозяйства, то здесь лидируют южнокорейские мегаполисы вроде Сеула. Там повсеместно используются «интеллектуальные» счетчики электроэнергии, воды и тепла с функцией удаленной передачи данных. Это дает возможность в режиме онлайн контролировать потребление ресурсов и оптимизировать затраты как для коммунальных служб, так и для конечных потребителей. В сфере цифровых технологий, то они играют ключевую роль в реализации концепции «умного» города. В частности, широко используется Интернет вещей – сеть интеллектуальных датчиков и устройств, собирающих данные для анализа и принятия управленческих решений. На основе телеметрии от датчиков формируется «цифровой двойник» города, позволяющий моделировать различные сценарии. Другим важным компонентом служат технологии искусственного интеллекта и машинного обучения для выработки оптимальных стратегий развития городской инфраструктуры. Наконец, облачные сервисы обеспечивают надежное хранение растущих массивов данных и их доступность для анализа в режиме 24/7.

Оценивая эффективность государственно-частного партнерства при реализации проектов «умных» городов, можно отметить ряд преимуществ такого

подхода. Прежде всего, он позволяет объединить финансовые ресурсы, технологические компетенции и управленческий опыт государства и бизнеса. Государство формирует долгосрочную стратегию развития территории и предоставляет различные формы поддержки – от субсидий до налоговых льгот. Бизнес вкладывает средства в разработку и внедрение инновационных технологий, получая гарантированный заказ на их последующее тиражирование. Такой симбиоз позволяет существенно снизить нагрузку на бюджет и риски для частных инвесторов. Внедрение концепции «умного» города сопряжено с широким спектром социальных и экономических эффектов, затрагивающих интересы различных участников городской жизни. Для населения главные преимущества заключаются в улучшении качества жизни и повышении комфорта проживания в городе. Благодаря интеллектуальным системам управления транспортом сокращается время на передвижение, а оптимизация маршрутов общественного транспорта делает его более доступным для граждан. Кроме того, «умный» город предоставляет расширенные возможности в сфере онлайн-образования, телемедицины, получения различных услуг и товаров в режиме 24/7. Цифровые платформы обеспечивают прозрачную коммуникацию горожан с муниципалитетом и управляющими организациями. Все это в совокупности ведет к формированию более комфортной городской среды, отвечающей потребностям и интересам населения. Для бизнеса проекты «умных» городов открывают новые экономические возможности. Развитие соответствующей цифровой инфраструктуры требует высокотехнологичного оборудования, программного обеспечения, работ и услуг. Это создает дополнительный спрос на продукцию IT-компаний, телекоммуникационных операторов, производителей электроники. Кроме того, снижение издержек и повышение операционной эффективности за счет «умных» технологий увеличивает прибыльность ведения бизнеса. Наконец, улучшение инвестиционного климата привлекает в город новые предприятия и квалифицированных специалистов. Для муниципальных властей внедрение «умных» решений открывает возможность повысить эффективность управления городом на основе данных в режиме реального времени. Цифровые двойники различных систем позволяют

моделировать сценарии развития и принимать более обоснованные управленческие решения. Автоматизация процессов способствует снижению коррупции и повышению прозрачности деятельности администрации. Кроме того, рост инвестиций и предпринимательской активности увеличивает налоговые поступления в местный бюджет, что расширяет возможности для решения социальных проблем.

Наконец, для города в целом реализация концепции «умного» устойчивого развития означает повышение его конкурентоспособности по сравнению с другими городами в борьбе за инвестиции, квалифицированных специалистов и туристические потоки. Активное внедрение инноваций формирует позитивный имидж города как комфортного и перспективного места для жизни, работы и ведения бизнеса. Это становится важным фактором международной конкурентоспособности в эпоху стремительной урбанизации и глобализации. Соответственно, комплексный и сбалансированный подход к реализации проектов «умного» города позволяет достичь позитивного эффекта одновременно для всех заинтересованных сторон – от населения до бизнеса и органов власти. А главным интегральным результатом становится формирование более комфортной, экологичной и динамично развивающейся городской среды, отвечающей вызовам современной эпохи.

Реализация масштабных проектов по созданию «умных» городов сопряжена с рядом серьезных вызовов, которые необходимо преодолевать для достижения успеха. В частности, одним из ключевых барьеров являются высокие первоначальные вложения в развертывание соответствующей цифровой инфраструктуры и платформенных решений. Это требует консолидации как государственного и частного капитала в объеме сотен миллионов долларов. Для привлечения необходимых инвестиций все чаще используется механизм государственно-частного партнерства. Он позволяет распределить риски между сторонами, а госорганы могут предоставить бизнесу различные стимулы вроде налоговых послаблений и долгосрочных контрактов. Тем самым государство получает доступ к передовым технологиям и экспертизе частных компаний.

Еще один важный момент - формирование устойчивого социального запроса на внедрение «умных» технологий со стороны населения. Без поддержки общественности и вовлечения горожан все усилия властей по цифровизации городского хозяйства рискуют провалиться.

Кроме того, развитие «умных городов» неразрывно связано с прогрессом в отдельных технологических областях, таких как системы мониторинга окружающей среды, управление транспортными потоками или энергораспределительными сетями. Их ограничения задают рамки для функционирования единой платформы «умного» города.

Успех «умных» городов не определяется просто наличием передовых технологий. Он зависит от того, как эти технологии интегрируются в повседневную жизнь города и как они решают реальные проблемы горожан. Таким образом, смысл умных городов не в количестве установленных устройств, а в том, насколько эффективно они помогают улучшить качество жизни людей и оптимизировать работу городской инфраструктуры. Интеллектуальная оснащенность города определяется множеством характеристик:

- Развитая инфраструктура, базирующаяся на передовых технологиях промышленности 4.0, обеспечивает эффективное функционирование города и повышает уровень комфорта его жителей;
- Экологические инициативы, такие как использование возобновляемых источников энергии, снижение выбросов вредных веществ и внедрение экологически чистых технологий, способствуют сохранению окружающей среды и здоровья горожан;
- Эффективная и высокофункциональная система общественного транспорта обеспечивает удобство перемещения по городу, сокращает транспортные проблемы и снижает загрязнение воздуха;
- Люди, способные жить и работать в пределах города, используя его ресурсы, создают динамичное общество, способствующее развитию инноваций, культуры и экономики.

Помимо технологических решений, умные города нуждаются в

качественном анализе данных, чтобы оценить эффективность своих систем и принять обоснованные решения. Создание такой системы требует развития новых навыков и компетенций в области государственного управления и аналитики данных. Для эффективной интеграции компонентов различных инфраструктур умного города требуется организовать структурированные функции и стандартизировать данные каждой инфраструктуры. Для достижения этой цели в 2020 году был разработан набор предварительных национальных стандартов в сфере применения информационных технологий при реализации проектов «умных городов». В рамках процесса стандартизации были включены следующие направления:

- Разработка общей концепции и функциональных компонентов умного города;
- разработка программного и аппаратного обеспечения для умного города и модели использования информационных и коммуникационных технологий для управления городской инфраструктурой;
- интеграция инфраструктуры умного города предполагает обмен данными между различными системами и их анализ для разработки методов и технологий обмена данными (выделение данных, доступных для совместного использования в каждой инфраструктуре; анализ совместно используемых данных различными инфраструктурами);
- Разработка системы метрик и критериев для анализа этапов цифрового преобразования городской инфраструктуры и оценки эффективности использования информационно-коммуникационных технологий в контексте умного города.

Проекты, направленные на реализацию интеграционных задач в инфраструктуре, обычно имеют следующие особенности:

- длительный жизненный цикл проектов означает, что они часто требуют значительных временных и финансовых ресурсов для реализации и поддержания;
- высокий уровень влияния внешней среды на компоненты

инфраструктуры подчеркивает важность адаптивности и гибкости системы, чтобы успешно адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям;

- многофакторность взаимодействий и высокий уровень корреляции между инфраструктурами подразумевают сложность управления проектами, так как необходимо учитывать и согласовывать различные аспекты и компоненты;

- участие множества заинтересованных сторон, имеющих различные интересы и задачи, требует эффективного управления коммуникацией и координации между всеми участниками проекта, чтобы достичь общих целей и решить проблемы. Умная инфраструктура города включает комплекс предприятий, учреждений, систем управления, связи и прочих элементов, необходимых для поддержания и развития жизнедеятельности города. Это также включает в себя сеть взаимосвязанных организационно-экономических институтов и систем инженерно-технического оборудования городских объектов, обеспечивающих условия для внедрения и функционирования умного города [17, с. 231-233]. Анализ опыта зарубежных стран в создании и внедрении концепции «умного города» позволяет выделить несколько важных особенностей, которые могут быть полезны для регионов, только начинают свой путь к новой цифровой модели развития.

- одним из основных препятствий на пути к развитию умных городов являются высокие первоначальные затраты на внедрение соответствующих технологий. Проекты по внедрению «умных» систем в управление городскими процессами обычно требуют значительных финансовых вложений, которые включают в себя как государственные, так и частные инвестиции. В рассмотренных случаях затраты на проекты умных городов измерялись десятками и сотнями миллионов долларов;

- активное применение механизма государственно-частного партнёрства. Государственно-частное партнерство (ГЧП) становится всё более важным инструментом для преодоления финансовых барьеров и реализации проектов умных городов. Этот подход предполагает сотрудничество между государственными органами и частными компаниями с целью совместного внедрения и

управления проектами. Одним из ключевых преимуществ ГЧП является распределение финансовых рисков между государством и частными инвесторами. Государственные органы могут предоставить различные стимулы для частных компаний, такие как налоговые льготы, гарантированные доходы или долгосрочные контракты, что способствует привлечению инвестиций. Кроме того, ГЧП позволяет использовать экспертизу и ресурсы частного сектора для реализации проектов умных городов. Частные компании могут предоставить доступ к передовым технологиям, опыту и инновациям, что помогает ускорить внедрение умных решений. Примером успешного применения ГЧП в проектах умных городов может служить сотрудничество между городскими властями и частными технологическими компаниями для создания инфраструктуры «умных» светофоров, систем управления транспортом или мониторинга качества воздуха. Таким образом, активное использование инструмента государственно-частного партнерства помогает привлечь необходимые инвестиции, расширить доступ к передовым технологиям и обеспечить успешную реализацию проектов умных городов в условиях ограниченных бюджетных ресурсов;

— высокий уровень социального запроса на внедрение умных технологий. Ключевым моментом при переходе к стратегии «Умного города» является активное участие и поддержка со стороны местных жителей. Их принятие и понимание ценности технологических изменений играют решающую роль в успешной реализации этой стратегии. Без достижения критической массы заинтересованности жителей умной стратегии развития, все усилия местного управления и частного сектора могут оказаться малоэффективными, а иногда и бесполезными;

— развитие технологий умного города ограничено уровнем подсистем. Это означает, что инновации и прогресс в данной области часто зависят от развития и интеграции отдельных компонентов системы, таких как системы управления транспортом, мониторинга окружающей среды, управления энергопотреблением и других. Ограничение на уровне подсистем может затруднить полноценную реализацию умного города, так как необходима согласованность и

совместимость между различными технологиями и системами для создания целостной и эффективной инфраструктуры.

Таким образом, успех подобных масштабных проектов зависит от решения целого комплекса технологических, экономических и социальных задач при активном сотрудничестве госструктур и бизнеса. Лишь системный подход позволяет раскрыть весь потенциал концепции «умных» городов в плане развития городской инфраструктуры, оптимизации городского хозяйства и повышения качества жизни населения с учетом принципов устойчивого развития. А для этого нужны масштабные инвестиции, поддержка общественности и слаженные действия всех заинтересованных сторон.

Реализация проектов «умных» городов представляют собой сложные и многоаспектные инициативы, требующие совместных усилий государства, частного сектора и общественности. Успешная реализация таких проектов возможна при наличии развитой инфраструктуры, государственной поддержки, участия общественности и адаптации технологических решений под местные потребности и особенности. Это не только способствует повышению эффективности городского управления, но и создает благоприятные условия для улучшения экологической устойчивости и уровня комфорта жизни горожан. Реализация проектов «умных» городов требует значительных инвестиций в разработку и внедрение новых технологий, модернизацию инфраструктуры и обучение персонала.

В целом, проекты «умных» городов играют ключевую роль в современном развитии городов, помогая создать устойчивые городские среды, с высоким уровнем комфорта, безопасности и удобств для каждого жителя.

2 Организационно-экономический анализ возможностей развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира

2.1 Оценка результатов функционирования и определение специфики «зеленой» энергетики в условиях современной экономики

Современная экономика сталкивается с вызовами изменения климата и истощением традиционных источников энергии. В связи с этим «зеленая» энергетика, основанная на возобновляемых источниках энергии и эффективном использовании ресурсов, становится ключевым направлением развития. В данном разделе мы рассмотрим методы оценки результатов функционирования проектов «зеленой» энергетики и определим их специфику в контексте современной экономики. Оценка результатов функционирования проектов «зеленой» энергетики играет важную роль в определении их эффективности и воздействия на окружающую среду и экономику. Методы оценки включают финансовые, экологические и социальные аспекты. Внедрение технологий «зеленой» энергетики в ходе реализации проектов «умных городов» позволяет решать комплекс взаимосвязанных экологических, экономических и социальных проблем в современном урбанизированном мире. Достоверная оценка результативности таких проектов с использованием адекватных параметров имеет принципиальное значение для определения эффективности применяемых подходов и технологий. Одним из ключевых параметров оценки является объем производства энергии из возобновляемых источников, поскольку он демонстрирует вклад используемых «зеленых» технологий в удовлетворение потребностей города. Этот показатель позволяет сопоставить размеры генерирующих мощностей, работающих за счет таких неисчерпаемых природных ресурсов как солнце, ветер, вода и биомасса, с совокупными энергетическими нуждами мегаполиса. Увеличение доли возобновляемой энергии демонстрирует прогресс в решении экологических задач и повышении устойчивости городской инфраструктуры [44, с. 6-10]. Следует отметить, что объемы производства «зеленой» энергии в различных городах могут сильно

варьироваться. Это обусловлено рядом факторов: климатическими, географическими особенностями региона, уровнем экономического развития и финансовыми возможностями для инвестирования в возобновляемую энергетику, политикой местных властей в этой сфере, общим объемом энергопотребления города. Так, в Копенгагене доля возобновляемой энергии составляет около 75%, тогда как в Сиднее этот показатель не превышает 20%. Тем не менее очевидна общая положительная динамика по увеличению «зеленой» генерации в мировых мегаполисах, поскольку глобальная урбанизация требует внедрения более устойчивых решений. Так, с 2008 года в Сеуле этот показатель вырос на 60%, а подобная тенденция характерна и для многих крупных городов Китая и Индии. В Лос-Анджелесе ведутся масштабные работы по полному переводу энергосистемы на возобновляемые источники к 2045 году.

Помимо непосредственно объемов генерации важным показателем является и доля «зеленой» энергетики в общем энергобалансе города. Этот параметр отражает реальный удельный вес альтернативного производства в сравнении с традиционной генерацией посредством ископаемого топлива. Чем выше этот показатель, тем в большей степени город приближается к модели устойчивого развития, минимизируя зависимость от невозобновляемых ресурсов и максимизируя долю «зеленой» энергии. Однако важно понимать, что лидерство по абсолютным объемам не всегда коррелирует с лидерством по относительному показателю доли в энергобалансе. К примеру, небольшой регион или город-государство со средними объемами «зеленого» производства может демонстрировать его очень высокую долю за счет невысокого общего потребления. В то же время масштабные мегаполисы могут обладать гигантскими генерирующими мощностями альтернативной энергетики, но их доля все равно остается не столь значительной из-за колоссальных общих энергопотребностей.

Поэтому данные параметры целесообразно анализировать в совокупности для получения реальной картины. К примеру, Пекин является мировым лидером как по абсолютным показателям «зеленой» энергетики, так и по их доле в структуре городского хозяйства. В Москве активно наращиваются объемы

альтернативной генерации, но ее доля пока не столь значительна на фоне масштабного мегаполиса. Динамика изменения обоих показателей во времени также дает информативную картину прогресса того или иного города по пути «озеленения» своей энергосистемы.

Доля «зеленой» энергии в общем энергобалансе города является важнейшим показателем, характеризующим прогресс в реализации концепции устойчивого развития городской инфраструктуры. Этот параметр позволяет оценить реальный вклад возобновляемых источников энергии в удовлетворение растущих потребностей современных мегаполисов. В отличие от абсолютных объемов «зеленой» генерации, доля в энергобалансе не зависит напрямую от размера города и численности населения. Этот показатель отражает относительную значимость альтернативной энергетики и позволяет объективно сравнивать города с существенно различающимися масштабами. Высокая доля возобновляемой энергии свидетельствует о снижении зависимости города от традиционных видов топлива, таких как уголь, нефть и газ. Это означает минимизацию негативного воздействия на окружающую среду за счет сокращения выбросов парниковых газов, а также повышение энергетической безопасности за счет использования неисчерпаемых природных ресурсов. При этом в разных городах мира наблюдается существенный разброс значений этого показателя. Он колеблется от 95–100% в таких городах как Исландский Рейкьявик или Норвежский Осло, использующих геотермальную энергию, до 10-15% в мегаполисах развивающихся стран Азии и Африки. В среднем по Европе этот показатель составляет около 30%.

Лидерами по доле «зеленой» энергетики в мире являются скандинавские страны, где активно используется гидроэнергетика и энергия приливов. Также в число лидеров входит Коста-Рика, где около 90% потребляемой энергии является возобновляемой. Высок показатель и в таких странах как Канада, Бразилия и Новая Зеландия благодаря большим гидроресурсам. Среди крупнейших городов мира по уровню «зеленой» генерации выделяются Копенгаген с 75% и Сидней с 20%. Определенный прогресс демонстрируют мегаполисы Китая, где этот показатель вырос до 10–15% к настоящему моменту. В США лидируют Сан-

Франциско и Сиэтл. В России пока лишь несколько процентов в общем балансе.

Для корректной оценки также важно анализировать динамику изменения этого параметра. К примеру, Сеул и Токио продемонстрировали его рост на треть за последние 5 лет. Это свидетельствует об успешности реализации политики по развитию «зеленой» энергетики в рамках концепции «умного» города. В то же время некоторые латиноамериканские столицы показывают отрицательную динамику из-за увеличения доли тепловых электростанций.

Снижение выбросов парниковых газов является одной из ключевых целей концепции «зеленого» устойчивого развития городов. Этот показатель напрямую связан с использованием технологий возобновляемой энергетики и повышением энергоэффективности городской инфраструктуры.

Переход на чистые источники энергии, такие как солнце, ветер и гидроэнергия, позволяет существенно сократить вредные выбросы в атмосферу. Это происходит за счет вытеснения традиционного производства энергии посредством сжигания углеводородного топлива. Кроме того, более эффективное использование энергоресурсов приводит к снижению общего объема их потребления, что также сказывается на уменьшении выбросов парниковых газов.

- Сокращение выбросов CO₂
- Снижение выбросов метана
- Уменьшение CO₂ и NO₂

Выбросы углекислого газа (CO₂) обусловлены в значительной степени сжиганием органического топлива и являются основной причиной парникового эффекта и глобального потепления. По данным ООН города производят до 70% антропогенных выбросов CO₂ в мире. Поэтому снижение именно городских эмиссии CO₂ имеет критическое значение в борьбе с изменением климата.

Переход на возобновляемые источники энергии позволяет радикально решить эту проблему. Так к 2050 году Мехико планирует достичь нулевого баланса по выбросам CO₂. Подобную цель преследуют все большее число мировых мегаполисов. Уже к 2030 году Лос-Анджелес намеревается полностью отказаться от использования ископаемого топлива.

Помимо диоксида углерода, значительный вклад в парниковый эффект вносит метан, выделяемый в процессе добычи и транспортировки природного газа и на полигонах бытовых отходов. Его сокращение также является ключевой экологической задачей. Так в Индии реализуется программа по улавливанию метана на всех крупных свалках. А Канада и США внедряют новейшие технологии детектирования утечек метана на магистральных газопроводах.

– Кроме CO_2 и метана, важно снижение выбросов оксидов серы и азота, образующихся при сжигании топлива. Эти вещества вызывают кислотные дожди и оказывают токсичное воздействие. Масштабное замещение угля и мазута на газ привело к десятикратному снижению эмиссий CO_2 и NO_2 в Лондоне с 1990-х годов. Аналогичные показатели демонстрирует и Сеул на фоне закрытия устаревших ТЭС.

Использование биотоплива и электромобилей, отдельный сбор мусора и рекуперация метана, зеленое строительство и LED-освещение - это далеко не полный перечень технологий и решений, позволяющих резко снижать углеродный след современных городов в рамках концепции «зеленого» урбанизма. Их внедрение является важнейшей метрикой прогресса в данном направлении.

Стоимость производства единицы энергетики является важным экономическим показателем, характеризующим эффективность используемых технологий «зеленой» энергетики. Этот параметр показывает фактические затраты, необходимые для выработки одного кВт·ч электроэнергии или единицы тепла с использованием возобновляемых источников.

Стоимость солнечной и ветровой энергии падает быстрыми темпами, но пока уступает традиционной генерации в среднем. Рост масштаба и технологический прогресс ведут к снижению стоимости.

По мере развития технологий стоимость производства энергетики из наиболее распространенных возобновляемых источников - солнца и ветра, стремительно снижается. Так за 2010–2020 годы, по различным оценкам, она упала в 2–5 раз для наземных солнечных и ветровых установок. Причем в наиболее солнечных регионах показатели сравнялись с традиционной генерацией, а

ветроэнергетика достигла ценового паритета даже при плохих ветровых условиях. Однако в среднем, «зеленая» энергетика пока еще уступает ископаемому топливу по стоимости производства единицы энергии. Наибольший разрыв сохраняется в слабосолнечных и маловетренных регионах.

Тем не менее, по мере наращивания масштабов производства и совершенствования технологий ожидается выход всей альтернативной энергетики на уровень ценового паритета с классическими источниками. При сохранении действующих тенденций по оценкам МЭА достижение полного ценового паритета возможно уже к 2030 году даже с учетом всех категорий затрат.

При этом географические и климатические факторы будут по-прежнему оказывать существенное влияние на стоимость. Так солнечная энергия сохранит минимальную себестоимость в жарких странах Аравийского полуострова, Австралии и Африки. А возможности ветрогенерации наиболее высоки в Европе и Северной Америке. Гидро- и геотермальная энергия также сильно привязаны к конкретным ресурсам территорий. На эти нюансы необходимо обращать внимание при планировании развития возобновляемой энергетики для каждого конкретного проекта «умного» города. Окупаемость инвестиций является одним из ключевых показателей, определяющих экономическую эффективность и привлекательность проектов «зеленой» энергетики. Этот параметр отражает срок, необходимый для возврата вложенных средств за счет будущих доходов от реализации произведенной возобновляемой энергии. Инвестиции в альтернативную энергетику изначально характеризовались довольно высоким уровнем капиталовложений и замедленной окупаемостью по сравнению с тепловыми или гидроэлектростанциями. Например, типичный срок окупаемости проектов солнечной генерации составлял 7-12 лет, а ветровой – 9-15 лет. Это было обусловлено высокими начальными затратами на оборудование при относительно невысоких ценах на традиционные энергоносители. Для стимулирования инвестиций в «зеленую» энергетику государство активно использовало различные механизмы поддержки в виде повышенных тарифов, налоговых льгот, низкопроцентных кредитов и прямых субсидий. Это позволило сократить фактические сроки

окупаемости многих проектов до 8-10 лет.

С развитием отрасли происходило постоянное удешевление солнечных панелей, ветрогенераторов и другого оборудования. Кроме того, росла эффективность технологий, что увеличивало отдачу от инвестиций. В итоге в последние годы наблюдается резкое сокращение сроков окупаемости до 5-7 лет для солнечных проектов и 3-5 лет для ветряных. Это уже приближается к показателям традиционной энергетики.

Таким образом, происходит повышение инвестиционной привлекательности «зеленых» проектов для частного бизнеса. Особенно актуально это для концепции «умных городов», где возобновляемая энергетика интегрируется в инфраструктуру мегаполисов будущего. Сокращающиеся сроки окупаемости будут стимулировать компании вкладывать средства, ожидая хорошей отдачи от этих вложений.

Таблица 2.1 – Сравнительные показатели реализации проектов «зеленой» энергетики в различных городах

Наименование показателя	Масдар (ОАЭ)	Сингапур	Сидней	Амстердам	Стокгольм
Доля «зеленой» энергии в общем энергобалансе, %	100	5	25	20	40
Сокращение выбросов CO ₂ , % за 5 лет	100	20	15	30	45
Снижение стоимости производства «зеленой» энергии за 5 лет, %	20	35	25	15	40
Срок окупаемости инвестиций в «зеленые» проекты, лет	7	10	8	6	5
Доля водной энергетики в общей «зеленой» энергии, %	0	10	20	25	30
Создание новых рабочих мест в «зеленой» энергетике, тыс. человек	2	0.5	1.5	2.5	3

Согласно таблице 2.1, Масдар (ОАЭ) представляет собой уникальный в мировой практике проект создания полностью «зеленого» города будущего. Он был основан в 2006 году при поддержке правительства Абу-Даби с целью разработки устойчивых решений для городов. Ключевой характеристикой Масдара является использование на 100% возобновляемых источников энергии при полном

отсутствии выбросов углерода. Для достижения этой цели в городе применяется комплексный подход. В частности, в Масдаре широко используются солнечные батареи и солнечные электростанции, обеспечивающие значительную часть энергопотребления. Кроме того, реализованы проекты по утилизации отходов с выработкой биогаза. Развита сеть «умного» энергоснабжения, позволяющая оптимально распределять нагрузки. Все здания в городе построены по энергоэффективным технологиям и стандартам «зеленого» строительства. Это позволило с начала реализации проекта добиться полного отсутствия углеродного следа Масдара [67].

Помимо «озеленения» энергетики, в городе реализуется концепция умной мобильности. В частности, внедрена уникальная система беспилотного электро-транспорта, а также построены велосипедные дорожки и зоны для перемещения пешком. Это также способствует снижению вредных выбросов от транспорта и повышению уровня экологической безопасности.

В Сингапуре хотя доля «зеленой» энергетики пока не превышает 5%, в последние годы наблюдаются позитивные сдвиги в этом направлении. Так за 2015–2020 года произошло расширение использования солнечной энергии на 70%, что позволило обеспечить 3,5% энергобаланса. К 2030 году страна планирует увеличить этот показатель как минимум до 30%, а к 2050 году - до 50%.

Государство стимулирует как частные компании, так и домохозяйства инвестировать в возобновляемую энергетику. В частности, внедрены программы компенсации затрат на установку солнечных батарей для населения. Это позволило существенно ускорить развертывание распределенной альтернативной генерации в масштабах всего города-государства.

Благодаря грамотной политике, за последние 5 лет Сингапуру удалось сократить удельную стоимость солнечной энергии на 35%, обеспечив ее конкурентоспособность с классическими источниками. Это стало возможным как за счет масштаба рынка, так и использования собственных ноу-хау при проектировании объектов на основе инновационных решений.

Ускоренное развитие «зеленой» энергетики позволяет Сингапуру

постепенно наращивать экологические преимущества в виде снижения углеродного следа. Так уже достигнуто сокращение выбросов CO₂ на 20%. Эти позитивные сдвиги будут продолжаться по мере дальнейшего роста доли возобновляемых источников в структуре энергобаланса страны в рамках реализации национальных планов развития.

Сидней, один из крупнейших городов Австралии, демонстрирует значительный прогресс в реализации стратегии развития на основе «зеленой» энергетики. Это позволяет не только снижать негативное воздействие на окружающую среду, но и диверсифицировать энергобаланс, повышая устойчивость города.

В настоящее время доля возобновляемых источников в Сиднее достигает 20–25%. Большая часть «зеленой» энергетик производится на солнечных и ветровых станциях в пригородах мегаполиса. Также развивается распределенная генерация за счет установки солнечных панелей на крышах частных домов и офисных зданий [68].

Использование инновационных технологий позволяет не только нарастить объемы производства экологичной энергии, но и постоянно снижать ее стоимость. Это делает «зеленую» энергетику более доступной и привлекательной для бизнеса и домохозяйств.

Помимо экономических стимулов, такой подход имеет важнейшие экологические преимущества. Увеличение доли солнечной и ветровой энергии в топливно-энергетическом балансе Сиднея уже позволило существенно сократить вредные выбросы в атмосферу. В перспективе это будет способствовать улучшению состояния воздуха и здоровья горожан.

Для дальнейшего продвижения в этом направлении в Сиднее реализуется ряд масштабных проектов «зеленой» энергетики:

- Расширяются мощности крупнейшей ветряной электростанции Маккартур, что позволит на 40% нарастить выработку из этого возобновляемого источника;
- Ведется строительство нескольких новых солнечных парков на окраинах Сиднея общей мощностью 250 МВт;

- Реализуется программа субсидирования установки бытовых солнечных панелей Powering Communities, рассчитанная до 2023 года. Она стимулирует домовладения переходить на «зеленую» энергию;
- Запущен инновационный проект GridSun, который предполагает создание виртуальной солнечной электростанции на основе объединения многочисленных бытовых панелей жителей в единую интеллектуальную сеть;
- Планируется модернизация систем уличного освещения Сиднея путем полной замены ламп на энергоэффективные светодиодные и установки солнечных панелей. Это позволит сэкономить до 50% электроэнергии, расходуемой на освещение улиц;
- Разрабатывается пилотный проект ветро-солнечного гибридного энергокомплекса, который будет вырабатывать электроэнергию, используя оба неисчерпаемых источника - ветер и солнце.

Таким образом, Сидней продолжает инвестировать в инновационные решения в сфере «зеленой» энергетики, наращивая использование возобновляемых источников и повышая энергоэффективность инфраструктуры мегаполиса. Это курс на формирование устойчивой модели развития, которая будет способствовать процветанию города и благополучию его жителей.

В Амстердаме доля «зеленой» энергетики в 2020 году достигла показателя 20%. Ее основу составляют ветростанции, использующие сильные ветра Северного моря. С 2015 года этот показатель увеличился вдвое за счет значительного расширения мощностей морской ветрогенерации.

Стимулом для инвестиций в развитие ветроэнергетики послужило снижение ее стоимости почти на 15% с 2015 по 2020 годы. Это было достигнуто благодаря модернизации оборудования, повышению его производительности и эффективной политике правительства.

Дальнейший росту доли «зеленой» энергетики будет способствовать и национальный «климатический закон», обязывающий к 2030 году сократить выбросы парниковых газов на 55% по сравнению с уровнем 1990 года. Это стимулирует компании инвестировать в экологичные проекты, включая

возобновляемую энергетику.

Стокгольм является признанным лидером по использованию возобновляемых источников энергии с показателем 40% в общем объеме потребления. Этот результат достигнут благодаря широкому внедрению биотоплива, получаемого из отходов деревообработки и органического мусора. Также активно развивается ветровая генерация.

Важной тенденцией последних лет стало существенное снижение стоимости «зеленой» энергетики. Так за 2015–2020 года она упала почти на 40% за счет роста эффективности и масштабов производства. Это обеспечило высокую рентабельность соответствующих проектов и сократило срок их окупаемости до 5 лет.

Высокая доля альтернативных источников в сочетании с внедрением энергоэффективных технологий в инфраструктуре позволили Стокгольму добиться 45% снижения выбросов углекислого газа относительно уровня 1990 года. Это один из лучших показателей в Европе на пути к декарбонизации экономики. Дальнейшее наращивание «зеленой» энергетики будет способствовать и впредь сокращать негативное воздействие города на окружающую среду.

2.2 Исследование организационно-экономических характеристик проектов «умных» городов мира

Реализация концепции «умного» города предполагает комплексный подход, интегрирующий передовые информационно-коммуникационные и энергоэффективные технологии в городскую инфраструктуру. Цель состоит в оптимизации городского функционирования, повышении качества жизни граждан и обеспечении устойчивого экологически безопасного развития.

В последние годы в мире реализован ряд масштабных проектов «умных» городов, демонстрирующих различные концептуальные и технологические подходы. Опыт таких городов как Масдар (ОАЭ), Сингапур, Сидней (Австралия),

Амстердам (Нидерланды) и Стокгольм (Швеция) представляет практический интерес для изучения и адаптации отдельных решений.

Город Масдар в Объединенных Арабских Эмиратах задумывался как эталонная модель для «зеленого» устойчивого градостроительства. Основная концептуальная идея заключалась в создании компактного городского пространства, минимизирующего экологический след и ориентированного на пешеходов. В Масдаре широко применяются солнечные батареи и другие возобновляемые источники энергии, реализованы системы повторного использования воды и переработки отходов. Городской транспорт представлен преимущественно электромобилями и общественным транспортом на основе рельсовых систем. Масдар позиционирует себя как лаборатория для тестирования и внедрения новейших «зеленых» технологий, призванных в дальнейшем транслироваться в другие города и регионы [60].

Проект Масдар в Объединенных Арабских Эмиратах был задуман как создание по-настоящему инновационного и экологически устойчивого города будущего с нулевым углеродным следом. Его основная цель - продемонстрировать передовые «зеленые» технологии, максимально использовать возобновляемые источники энергии и воплотить в жизнь концепцию умного города в регионе Ближнего Востока.

Реализация этого амбициозного видения включает комплексную работу сразу по нескольким ключевым направлениям. В частности, большое внимание уделяется развертыванию мощной инфраструктуры солнечной и ветровой энергетики для 100% обеспечения города экологически чистой энергией из возобновляемых источников. Для этого используется весь арсенал современных технологий - от солнечных батарей и ветряных турбин различных типов до интеллектуальных систем хранения и распределения энергии.

Еще одно важнейшее направление - создание по-настоящему умной городской инфраструктуры, включающей энергоэффективные здания и сооружения, «интеллектуальное» ЖКХ с оптимизированными системами водоснабжения и водоотведения, а также высокотехнологичные системы управления городским

хозяйством на базе концепции Интернета Вещей. Все эти инновации призваны радикально повысить устойчивость городской среды и свести к минимуму её негативное воздействие на природу.

Наконец, в Масдаре внедряются эффективные механизмы управления потреблением энергоресурсов и воды на уровне отдельных зданий и городского хозяйства в целом. Эта системная работа по оптимизации использования ресурсов также критически важна для обеспечения нулевого углеродного следа за счет исключения нерациональных потерь.

Руководство ОАЭ видит в этом проекте, стартовавшем в 2008 году, возможность продемонстрировать мировому сообществу серьезность своих намерений по переходу к устойчивой модели развития и лидерство в области «зеленых» технологий. Экономическая эффективность проекта обеспечивается за счет привлечения перспективных высокотехнологичных отраслей, инвестиций в НИОКР и создания новых рабочих мест. А его социально-экологическая рациональность очевидна - реализация концепции «умного» города Масдар радикально улучшает качество жизни, сводит к нулю вредные выбросы и другие негативные воздействия на окружающую среду.

По прошествии примерно десятилетия с начала работы над проектом уже достигнуты впечатляющие результаты. На сегодня Масдар полностью обеспечивает себя энергией из возобновляемых источников, в основном солнечных и ветровых, с нулевым углеродным следом. За последние годы стоимость «зеленой» энергии сократилась почти на 20% благодаря технологическим инновациям, росту масштабов и опыта. Как ожидается, инвестиции в инфраструктурные проекты Масдара по «зеленой» энергетике и «умным» технологиям окупятся всего за 7 лет. А еще около 2 тысяч новых высококвалифицированных рабочих мест уже созданы в перспективных научно-технических отраслях, что дополнительно стимулирует диверсификацию экономики ОАЭ.

В Сингапуре на протяжении нескольких десятилетий реализуется стратегия развития «умного» устойчивого города. Она базируется на интеграции передовых информационно-коммуникационных и энергоэффективных решений в

транспорт, жилищное строительство, системы водо- и электроснабжения. В частности, внедрена интеллектуальная система управления дорожным движением, оптимизирующая маршруты общественного транспорта и сокращающая время в пути. Действуют строгие экологические нормы и стимулы для «зеленого» строительства. Сингапур является примером органичной трансформации традиционного мегаполиса в высокотехнологичную и комфортную для жизни среду [63].

В Сиднее местные власти уделяют пристальное внимание развитию «умных» городских решений. Стратегия Сиднея ориентирована на превращение в «зеленый глобальный город», эффективно использующий ресурсы и создающий возможности для устойчивого экономического процветания. Реализуются проекты интеллектуальных транспортных систем, «умного» освещения, широкополосных высокоскоростных сетей. Активно стимулируется внедрение систем мониторинга и контроля энергопотребления в зданиях. Сидней ставит амбициозную задачу к 2030 году полностью перейти на «зеленую» энергию, для чего развиваются мощности по производству солнечной и ветровой энергии [69].

Цель проекта «Умный город» в Сингапуре заключается не только в широкомасштабном внедрении передовых технологий для повышения качества жизни граждан и обеспечения устойчивого развития города. Еще одной ключевой задачей является значительное снижение углеродного следа Сингапура для решения глобальной проблемы изменения климата и перехода к низко углеродной экономике. Для этого в рамках проекта предусмотрен целый комплекс мер по повышению энергоэффективности, оптимизации потребления и переходу на возобновляемые источники энергии. В частности, проект предполагает масштабное внедрение «умных» систем управления транспортом, которые позволят оптимизировать потоки транспортных средств, сократить пробки и выбросы в атмосферу. Кроме того, значительное внимание уделяется цифровизации системы государственного управления и предоставления услуг населению. Это также косвенно способствует снижению энергопотребления за счет оптимизации процессов и сокращения непроизводительных затрат ресурсов.

Отдельное стратегическое направление проекта – это интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнце и ветер, в энергосистему города. Для этого планируется масштабное строительство солнечных и ветряных электростанций, в том числе с использованием инновационных решений вроде плавучих солнечных платформ и крышных фотоэлектрических панелей. Комплексный подход к внедрению ВИЭ позволит кардинальным образом трансформировать экологический профиль Сингапура.

Для реализации всех этих амбициозных целей в рамках проекта создается мультидисциплинарная распределенная архитектура на базе целого ряда передовых технологий. Это включает в себя инфраструктуру интернета вещей для мониторинга и управления различными процессами в режиме реального времени, интеллектуальные транспортные системы для оптимизации логистики, а также современные системы управления умными энергосистемами, объединяющими централизованную и распределенную возобновляемую генерацию. Интеграция всех этих элементов в единую платформу на базе облачных технологий и методов анализа больших данных позволит кардинально повысить эффективность управления городом по сравнению с традиционными подходами.

Основной движущей силой для реализации столь масштабного проекта является стремление властей Сингапура сделать свою страну эталоном устойчивого развития и передовых «зеленых» технологий среди городов Юго-Восточной Азии и всего мира. Экономическая эффективность и экологическая устойчивость выступают ключевыми обоснованиями принятой стратегии, наряду с социальным благополучием граждан. Реализация столь глобальной цели требует значительных инвестиций и долгосрочной перспективы.

Проект был инициирован в 2014 году, однако он носит открытый и масштабируемый характер, то есть предполагается его постоянное развитие и расширение по мере появления новых технологических возможностей. Уже к настоящему моменту достигнут ряд впечатляющих результатов, таких как пятипроцентная доля возобновляемых источников энергии в энергобалансе Сингапура, двадцатипроцентное сокращение выбросов CO₂ по сравнению с до проектного

уровня, существенное удешевление «зеленой» энергии и создание новых рабочих мест в соответствующих отраслях экономики.

Ожидается, что тенденции последних лет в части наращивания доли возобновляемой энергетики, сокращения углеродного следа, повышения энергоэффективности и внедрения новейших технологий управления городскими системами будут только набирать обороты. Конкретными примерами успешной реализации отдельных инициатив в рамках проекта являются системы интеллектуального управления транспортными потоками, цифровые сервисы для населения, а также масштабная национальная программа по интеграции солнечной энергетики. Опыт Сингапура демонстрирует, что грамотно спланированная и последовательно реализуемая стратегия развития в качестве «умного» и экологичного города дает весьма впечатляющие плоды уже в среднесрочной перспективе.

Амстердам следует сбалансированной стратегии превращения в «умный» и устойчивый город, обеспечивающей высокое качество жизни и его жителей и сохраняющей окружающую среду для будущих поколений. В Амстердаме широко распространены решения «зеленой» энергетики - солнечные панели на крышах, микро-ветряные установки, инфраструктура для электромобилей. Важную роль играет внедрение «умных» сетей в энергосистему для оптимизации производства и потребления энергии. Горожане активно вовлекаются муниципалитетом в инициативы по устойчивому развитию посредством социальных сетей и приложений. Амстердам стремится к повышению качества жизни, не разрушая историческое наследие и уникальную атмосферу города.

Проект по созданию «умного» города в Амстердаме представляет собой комплексную инициативу, направленную на повышение энергоэффективности, снижение углеродного следа и обеспечение устойчивого развития городской среды на основе передовых цифровых технологий.

Ключевыми составляющими проекта являются внедрение интеллектуальных систем энергосбережения, расширение использования возобновляемых источников энергии, а также модернизация транспортной инфраструктуры города на принципах концепции «Интернета вещей». Это подразумевает установку

интеллектуальных приборов учета и контроля, солнечных панелей и ветряных турбин, а также внедрение технологий «умного» управления светофорами, парковочными местами и зарядной инфраструктурой для электромобилей.

Основной задачей этих мер является оптимизация потребления всех видов ресурсов, повышение доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе города, а также общее снижение углеродоемкости городского хозяйства Амстердама. Это не только имеет положительный экологический эффект, но и открывает новые экономические возможности за счет притока «зеленых» инвестиций и создания высокотехнологичных рабочих мест. Параллельно реализация проекта улучшает общее качество жизни горожан благодаря более эффективному управлению городскими системами.

За период с 2012 года в Амстердаме был достигнут ряд впечатляющих результатов в данном направлении. В частности, доля возобновляемых источников энергии в энергобалансе городе выросла до 20%, а общий объем выбросов парниковых газов сократился почти на треть по сравнению с базовым уровнем. При этом стоимость «зеленой» электроэнергии снизилась на 15%, а срок окупаемости соответствующих проектов не превышает 6 лет. Таким образом демонстрируется, что экологичное инновационное развитие и экономическая эффективность вполне совместимы.

Стокгольм последовательно реализует амбициозные инициативы в сфере повышения энергоэффективности, внедрения возобновляемой энергетики и снижение углеродного следа. Столица Швеции ставит задачу к 2040 году полностью отказаться от ископаемого топлива. Уже сейчас в городе широко используются солнечные батареи, биотопливо, эффективные системы утилизации отходов. Развивается инфраструктура для электротранспорта, велосипедного движения и общественного транзита. Информационные технологии активно применяются для мониторинга и интеллектуального регулирования энергопотоков. Стокгольм стремится стать международным примером для комплексного подхода к развитию «умного» и «зеленого» города.

Проект «Умный Стокгольм» нацелен на системную модернизацию городского хозяйства и инфраструктуры на основе передовых цифровых технологий с прицелом на устойчивое развитие. Его основная цель - повышение качества жизни горожан за счет максимальной интеграции возобновляемых источников энергии, оптимизации систем водоснабжения и управления отходами, а также внедрения «умных» транспортных и энергосберегающих решений.

Это подразумевает как развитие в столице Швеции мощностей по генерации «зеленой» ветровой и солнечной энергии, так и использование сети интеллектуальных датчиков и контроллеров для мониторинга и регулирования потоков электроэнергии, воды, тепла на территории города. Кроме того, значительное внимание уделяется обновлению транспортной инфраструктуры, в частности обеспечению необходимой зарядной сети для растущего количества электромобилей. Такие меры продиктованы как соображениями экономической эффективности, так и необходимостью снижения негативного воздействия на окружающую среду.

И результаты проекта впечатляют. Если в 2013 году в Стокгольме лишь около 10% потребляемой энергии обеспечивалось из возобновляемых источников, то сейчас эта доля превысила 40%. А общий объем выбросов парниковых газов за тот же период сократился более, чем на 40%. Одновременно стоимость «зеленой» энергии снизилась в разы, а сроки окупаемости инвестиций в данную сферу сократились до 5 лет. Все это было бы невозможно без широкого использования новейших технологий цифровизации, базирующихся на искусственном интеллекте и анализе больших данных.

На современном этапе развития городов активно обсуждается и внедряется концепция «умного» города. Она подразумевает переосмысление подходов к городскому планированию, строительству и управлению с опорой на достижения в сфере информационных и коммуникационных технологий. «Умный» город стремится использовать преимущества цифровизации для повышения качества жизни, эффективности инфраструктуры, вовлеченности граждан, а также обеспечения устойчивого экологичного развития.

Интеграция информационных и коммуникационных решений в городскую среду может затрагивать самые разные области - от систем жизнеобеспечения до социальных сервисов. Во-первых, на базе «Интернета вещей» создается сеть «умных» датчиков, контролирующих состояние инфраструктуры и параметры окружающей среды в режиме реального времени. Эти данные консолидируются на единой цифровой платформе, где происходит их обработка с помощью алгоритмов искусственного интеллекта. На этой основе формируются аналитические модели и вырабатываются управленческие решения для оптимизации работы городских систем.

Во-вторых, внедряются комплексные автоматизированные системы мониторинга и управления ресурсами. Они позволяют в режиме реального времени отслеживать, анализировать и регулировать потоки энергии, воды, тепла, а также организовывать движение транспорта. Интеллектуальная оптимизация процессов на основе большие данные (Big Data) способствует повышению надежности и эффективности городского хозяйства. Цифровые технологии также активно применяют в сфере безопасности, медицины, образования.

Отдельное важное направление - развитие онлайн-платформ и мобильных приложений для взаимодействия между городскими властями и населением. Жители получают доступ к государственным и муниципальным услугам, могут сообщать о проблемах, участвовать в принятии решений по вопросам городского управления. Так цифровые технологии способствуют большей согласованности и прозрачности процессов, повышению доверия между властью и обществом.

Вместе с тем внедрение «умных» технологий несет и определенные риски. Это касается угроз кибербезопасности, проблем надежности и уязвимости систем, неприкосновенности частной жизни граждан. Другой вызов заключается в чрезмерной ориентации проектов «умных» городов на технологические аспекты в ущерб социальным. Для успеха концепции требуется комплексный подход, обеспечивающий сбалансированную интеграцию передовых решений во все сферы жизни при ее социальной направленности и ориентации на потребности конкретных горожан. Развитие «умных» городов - процесс не только

технологический, но и социокультурный. Он должен предусматривать постепенную цифровую трансформацию общества, повышение медиа грамотности и квалификации населения, адаптацию сервисов к потребностям различных категорий пользователей. Это ключевое необходимое условие для гармоничной интеграции информационных и коммуникационных технологий в городскую инфраструктуру.

Эффективное использование ресурсов является одним из ключевых принципов концепции «умного» устойчивого города. Переход к цифровым технологиям открывает новые возможности для оптимизации потребления энергии, воды и других ресурсов в городской инфраструктуре. Интеллектуальные системы мониторинга и управления на базе Интернета вещей и технологий искусственного интеллекта позволяют добиваться значительной экономии, не ухудшая при этом качества предоставляемых услуг. В частности, автоматизированные системы учета и контроля расходов ресурсов дают подробную информацию об объемах потребления в различных точках инфраструктуры. Это открывает возможности для выявления «узких мест» и неэффективных процессов, а также предотвращения утечек и хищений. Данные в режиме реального времени обеспечивают прозрачность, а цифровые модели позволяют прогнозировать спрос и оптимизировать загрузку сетей.

Важным инструментом повышения эффективности использования ресурсов служат «умные» сети распределения электроэнергии, тепла, воды и газа. Они оснащаются множеством датчиков, клапанов, исполнительных механизмов, которыми управляет интеллектуальный центр на основе поступающих данных. Такие сети способны в режиме реального времени регулировать потоки, перераспределять нагрузку, изолировать поврежденные участки, тем самым оптимизируя режимы работы и снижая потери. Потенциал экономии ресурсов с помощью подобных решений оценивается на уровне 10–30% в зависимости от типов систем.

Цифровые технологии также широко используются для экономии энерго-ресурсов в зданиях и сооружениях - основных потребителях в городской

инфраструктуре. Автоматизированные системы управления микроклиматом, освещением, инженерным оборудованием зданий регулируют их работу в зависимости от условий, оптимизируя энергопотребление. Датчики фиксируют присутствие людей, освещенность, влажность и другие параметры, по которым системы принимают эффективные решения. В результате экономится до 60% электроэнергии по сравнению с традиционными системами.

Интеграция информационно-коммуникационных и энергоэффективных технологий в городскую среду в рамках концепции «умный» город призвана прежде всего улучшать качество жизни населения. Более высокие стандарты проживания, работы и отдыха в таких городах обеспечиваются за счет оптимизации функционирования инфраструктуры, транспорта, систем жизнеобеспечения. Кроме того, значительно расширяется спектр предоставляемых населению услуг на базе новейших технологий. Так, внедрение цифровых инструментов общения с властями, таких как мобильные приложения и онлайн-платформы, делает доступ к государственным услугам более удобным и оперативным. Граждане могут получать консультации, подавать запросы, отслеживать их выполнение и совершать различные действия дистанционно, экономя время. «Умный» город также предоставляет расширенные возможности в плане образования, медобслуживания за счет дистанционных технологий и интеллектуальных систем поддержки принятия решений врачами.

Автоматизация и роботизация рутинных процессов в производстве, на транспорте, в сфере услуг в «умном» городе ведет к повышению общей эффективности и снижению издержек при сохранении или улучшении качества. Это в итоге позитивно отражается на доходах и возможностях горожан. Кроме того, интеллектуальные технологии облегчают решение таких острых городских проблем как пробки, экология, преступность, способствуя формированию более комфортной и безопасной среды жизнедеятельности.

При всех потенциальных достоинствах идея «умного» города на практике реализуется по-разному в различных странах и регионах в зависимости от целого ряда факторов. В частности, существенные отличия наблюдаются в сфере

использования «зеленых» технологий и возобновляемых источников энергии. Эти отличия касаются как технических аспектов, так и уровня стимулирующей господдержки. К примеру, страны с более теплым климатом, такие как ОАЭ и Сингапур, имеют гораздо больший потенциал для развития солнечной энергетики. В них могут быть высокоэффективны и экономически оправданы проекты солнечных электростанций. В то же время страны с прохладным климатом, скажем Швеция, ориентируются на биотопливо, энергию ветра, глубокую геотермику, как наиболее перспективные возобновляемые источники. Таким образом природно-климатические условия диктуют во многом выбор «зеленых» технологий.

Не менее важную роль играет государственная политика в данной сфере. Одни страны и города активно стимулируют переход к возобновляемым источникам энергии и предлагают резидентам различного рода субсидии или налоговые льготы. Этим путем пошли в Сиднее, Амстердаме, Стокгольме. Другие регионы, такие как Масдар, надеются привлечь крупных международных игроков для «зеленых» инвестиций за счет создания благоприятных условий. Третьи, подобно азиатским мегаполисам, делают упор на стимулирование местного уровня применения солнечных батарей и вторичной переработки отходов для оптимизации затрат населения. В любом случае целенаправленная и активная позиция властей является основой для развития «зеленых» технологий.

Реализация проектов «зеленой» энергетики и использования возобновляемых источников в рамках концепции «умного» города во многом зависит от регуляторных и экономических факторов. Серьезные различия существуют как в нормативно-правовом регулировании данной сферы в разных странах, так и в плане обладания собственными энергоресурсами. Эти различия определяют масштабы и типы проектов возобновляемой энергетики в конкретных городах.

До определенной степени подходы в регулировании и поддержке «зеленой» энергетики унифицированы в рамках Евросоюза, где действуют общие нормы и целевые показатели по доле возобновляемых источников. Однако каждая страна имеет свою специфику. К примеру, Нидерланды предлагают комплекс

налоговых и тарифных преференций для стимулирования «зеленой» генерации и потребления. В то же время регулирование в этой сфере в Великобритании более либерально, акцент делается на поддержке крупных национальных проектов через благоприятный инвестиционный климат. Страны Азии, как правило, ориентированы на меры административного регулирования, стимулируя локальное применение солнечной энергии.

Наличие или отсутствие значимых собственных энергоресурсов также оказывает влияние на масштаб и характер внедрения «зеленых» технологий. В частности, Швеция как страна, не обладающая запасами углеводородов, вынуждена развивать альтернативные источники. Стокгольм ставит задачу полностью отказаться от органического топлива к 2040 году, широко используя возможности геотермальной энергии, биотоплива, создания «умных» энергосетей. На Ближнем Востоке, где высока доля нефти и газа в энергобалансе, переход к альтернативным технологиям менее актуален с экономической точки зрения и часто носит демонстрационный характер. Яркий пример – «зеленый» город Масдар, полностью укомплектованный солнечными батареями, но не играющий существенной роли в энергосистеме ОАЭ.

Страны и регионы, обладающие значительными запасами традиционных энергоносителей, таких как нефть, газ, уголь, как правило, демонстрируют меньшую заинтересованность в масштабном переходе к альтернативным возобновляемым источникам по экономическим соображениям. В таких странах часто отсутствуют достаточные стимулы или острая необходимость для внедрения дорогостоящих «зеленых» технологий, поскольку имеется надежный и относительно дешевый доступ к традиционным энергоресурсам. В этом случае проекты солнечной и ветровой энергетики, как правило, носят точечный показательный характер, не оказывая существенного влияния на энергобаланс. Примером может служить город Масдар в ОАЭ, формально позиционирующий себя как эталон «зеленого» градостроительства, однако энергосистема страны по-прежнему основана на добыче и потреблении углеводородов.

Напротив, государства, не имеющие колоссальных запасов нефти и газа, гораздо активнее развивают альтернативную энергетику, рассматривая ее как одно из стратегических направлений энергетической безопасности и устойчивости. Ярким примером является Швеция, не обладающая своими ископаемыми энергоносителями. Страна поставила задачу к 2040 году полностью отказаться от органического топлива. Столица Стокгольм уже сейчас широко использует биотопливо, энергию ветра, глубокую геотермику, реализует проекты «умных» энергосетей. Подобные масштабные программы перехода к возобновляемым источникам энергии характерны и для других европейских стран, не имеющих своих углеводородов. Отсутствие колоссальных запасов традиционных энергоносителей становится мощным стимулом для «зеленой» трансформации. Это ведет к высокой доле использования инновационных технологий, значительным инвестициям в модернизацию энергоинфраструктуры, созданию благоприятных правовых и экономических условий. Такие государства часто превращают «зеленую» энергетику в одно из ведущих направлений научно-технического развития и базу для новых отраслей «зеленой» экономики. Это кардинально отличает их от стран, обладающих избытком собственных традиционных энергоресурсов, где альтернативная энергетика пока не получает столь мощного импульса для прогресса. Таким образом, наличие или отсутствие собственных энергоносителей является одним из ключевых детерминирующих факторов для развития «зеленой» энергетики в «умных» городах той или иной страны. Климат и погодные условия конкретного региона во многом определяют выбор наиболее эффективных и целесообразных «зеленых» технологий для реализации проектов «умных» городов. Солнечная энергетика будет более результативна в странах с большим количеством солнечных дней в году. Ветроэнергетика эффективна в регионах с устойчивыми ветровыми потоками высокой интенсивности. Гидроэнергетика зависит от наличия рек и возможностей возведения ГЭС. Геотермальная энергия доступна в местах с аномально высоким тепловым потоком из недр. Таким образом, климат и география во многом диктуют оптимальный выбор альтернативных энергоисточников. Наиболее яркий пример - регион Ближнего Востока, где преобладает засушливый жаркий климат, наблюдается высокий уровень солнечной инсоляции. Эти природные факторы обуславливают акцент в

«зеленой» энергетике на использовании солнечных батарей, как наиболее эффективного решения в данных условиях. Подтверждением служит опыт ОАЭ, в частности города Масдар. Напротив, в северных широтах с более прохладным климатом и частой облачностью солнечные панели не столь результативны. Там в приоритете ветровая, геотермальная или гидроэнергетика. Пример - «зеленый» Стокгольм, делающий упор на энергию ветра, биотопливо, глубокую геотермику, а не гелиоустановки. Другой важный аспект связан с общими проблемами, возникающими в ходе практической реализации проектов «умных» городов вне зависимости от климатических и географических условий. На начальном этапе такие проекты, как правило, сталкиваются с необходимостью значительных стартовых инвестиций в разработку и внедрение инновационных технологических решений. Это особенно актуально для стран и городов, не имеющих возможностей массированного бюджетного финансирования. Другая распространенная проблема – дефицит высококвалифицированных кадров, способных реализовывать и поддерживать новейшие цифровые системы. Еще одним типичным вызовом является обеспечение эффективной интеграции множества различных платформ, приложений и цифровых инструментов в единую инфраструктуру, а также выстраивание оптимального взаимодействия между государственным и частным сектором. Наконец, важнейший аспект – формирование доверия, лояльного отношения и активного участия горожан, от которых во многом зависит успех концепции «умного» города. Так что наряду с климатогеографическими факторами, оказывающими влияние на технологические решения, существуют универсальные организационные и социальные вызовы, требующие адресного решения в каждом конкретном проекте.

Таким образом, «зеленая» энергетика становится неотъемлемой частью концепции «умного» устойчивого города будущего. Ее развитие открывает новые возможности, но требует комплексного подхода и учета экономических, экологических и социальных факторов в долгосрочной перспективе.

3 Разработка рекомендаций по внедрению «зеленой» энергетики в проекте «умный город» в Новом Каире

3.1 Внедрение технологии солнечной энергетики

Разработка конкретных мер по внедрению «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов является логическим результатом проведенного в предыдущих главах комплексного анализа глобальных тенденций, накопленного практического опыта и существующих барьеров в данной области.

Предлагаемые в рамках третьей главы решения базируются на понимании специфических потребностей и ограничений конкретного проекта создания «умного» города, в данном случае - Нового Каира. При этом учитывается весь комплекс технических, экономических, социальных и политических факторов, которые будут влиять на успешность внедрения тех или иных «зеленых» энерготехнологий. Только такая системная оценка позволяет предложить по-настоящему жизнеспособные решения, а не отвлеченные теоретические схемы. В частности, выбор конкретных направлений развития возобновляемой энергетики для проекта Нового Каира продиктован анализом как глобальных трендов в этой области, так и особенностей местных природно-климатических условий. Учет солнечного и ветрового потенциала региона позволяет предложить те решения по использованию фотовольтаики и ветроэнергетики, которые будут оптимальны для данной местности. При этом также принимаются во внимание плотность городской застройки, ограничения по площадям для размещения объектов генерации, возможности интеграции в энергосистему и прочие факторы.

Внедрение «умной» системы электротранспорта является еще одной мерой, которая отвечает общемировым тенденциям электрификации транспорта в городах и позволяет существенно повысить устойчивость городской транспортной системы. При этом конкретные предложения по развитию зарядной инфраструктуры и стимулированию использования электромобилей адаптированы под потребности и возможности Каира.

В целом, предлагаемый в третьей главе подход основан на поиске оптимального баланса между глобальными тенденциями в области «зеленой» энергетики и специфическим локальным контекстом их применения для обеспечения максимальной практической ценности и воплощенности разработанных решений. Это позволяет избежать как излишнего теоретизирования, так и узко прагматичного подхода без стратегического видения. Комплексное видение проблемы с учетом всех ключевых аспектов является залогом выработки по-настоящему эффективной стратегии интеграции «зеленой» энергетики в формирующейся новой городской экосистеме.

Далее следует коснуться вопроса оптимального размещения объектов солнечной генерации на территории планируемой городской агломерации Нового Каира. Для максимально эффективного использования потенциала солнечного излучения рекомендуется сочетать централизованный и децентрализованный подход к установке фотоэлектрических систем. Первый подразумевает строительство специализированных солнечных электростанций на отведенных свободных площадках с оптимальной инсоляцией. Это позволит сконцентрировать мощности для выработки значительных объемов электроэнергии в единой энергосистеме Нового Каира. Второй основан на массовом размещении солнечных панелей на крышах и фасадах зданий различного назначения повсеместно на территории города. Такой подход будет способствовать росту доли распределенной возобновляемой генерации, снижению потерь в сетях и повышению надежности энергоснабжения конечных потребителей.

Концепция «зеленого» устойчивого развития предполагает максимально эффективное использование возобновляемых источников энергии. И в этом плане Египет, в частности регион Нового Каира, обладает колоссальным потенциалом солнечной энергетики.

Благодаря уникальному географическому положению и благоприятным климатическим условиям, этот регион характеризуется одним из самых высоких в мире уровней солнечной инсоляции - в среднем 5,5 кВтч на квадратный метр в день. При этом продолжительность светового дня здесь достигает 3500 часов в

год. Это сопоставимо с показателями передовых стран в области использования энергии Солнца, таких как Швейцария и Сингапур.

Таблица 3.1 - Пример схемы установки солнечных панелей

Компонент	Количество	Мощность (кВт)	Стоимость за единицу (USD)	Общая стоимость (USD)
Солнечные панели	10,000	2000	250	2,500,000
Инверторы	500	20,000	1500	750,000
Системы мониторинга	100	-	2000	200,000
Итого				3,450,000

Расчет потенциальной выработки энергии:

$$P_{\text{суммарная}} = A \times E \times H \quad (1)$$

где:

- $P_{\text{суммарная}}$ — суммарная мощность (кВт.ч);
- A — площадь панелей (м^2);
- E — эффективность панелей ($\text{Вт}/\text{м}^2$);
- H — количество солнечных часов (часы);

Подставим значения:

$$\begin{aligned} P_{\text{суммарная}} &= 2,000,000 \text{ м}^2 \times 200 \text{ Вт}/\text{м}^2 \times 3500 \text{ часы} \\ &= 1,400,000,000 \text{ кВтч}/\text{год} \end{aligned}$$

Расчеты показывают, что при общей площади крыш в 2 миллиона квадратных метров, доступной для размещения солнечных панелей, и средней производительности таких панелей на уровне 200 Вт на квадратный метр Новый Каир способен производить около 1,4 миллиарда кВт.ч «зеленого» электричества в год. Это колоссальный потенциал.

Для его реализации потребуются соответствующие инвестиции в закупку и монтаж оборудования. В частности, оценочно необходимо около 10 тысяч высокоэффективных монокристаллических фотоэлектрических панелей общей

мощностью 2 МВт. Также потребуются сотни мощных инверторов для преобразования постоянного тока от солнечных батарей в переменный, системы контроля и мониторинга. К установке этого оборудования могут привлекаться как специально отведенные открытые площадки, так и крыши зданий различного назначения.

Такой масштабный и системный подход к развитию солнечной энергетики в Египте открывает уникальные возможности как для обеспечения растущих потребностей населения и экономики в электроэнергии, так и для продвижения на мировом рынке передовых «зеленых» технологий.

В представленном примере детально рассмотрены технико-экономические параметры масштабного проекта по развёртыванию сети солнечных электростанций в Новом Каире. Помимо описания необходимого оборудования и инфраструктуры, важное внимание уделяется анализу эффективности капитальных и операционных затрат на реализацию данной инициативы. В частности, общая стоимость проекта оценивается в \$3,45 млн, из которых львиная доля приходится на закупку и монтаж солнечных панелей. Предполагается, что 30% этих расходов могут быть покрыты за счёт государственных субсидий и грантов, а оставшиеся 70% привлечены через частные инвестиции.

При этом благодаря высокому уровню солнечной инсоляции в данном регионе мощность будущей генерации оценивается в 1,4 млрд кВт.ч в год. Это позволит экономить до \$140 млн ежегодно на импорте электроэнергии по существующим тарифам. Таким образом, с учётом затрат на техобслуживание, полная окупаемость проекта ожидается уже через 9 дней после запуска. Такие впечатляющие показатели эффективности инвестиций объясняются уникальным сочетанием высокого потенциала солнечной энергии в регионе и большого спроса на электричество. Это делает рассматриваемый проект чрезвычайно привлекательным как с экологической, так и с экономической точки зрения. Поэтому развитие солнечной энергетики может стать локомотивом устойчивого «зелёного» роста Нового Каира.

Реализация масштабной программы развития солнечной энергетики в регионе Нового Каира, помимо очевидных экономических выгод, принесет целый ряд важных позитивных эффектов экологического и социального характера. В частности, переход на «зеленую» генерацию из возобновляемых источников позволит ежегодно сокращать выбросы CO₂ на 1,4 миллиона тонн. Это значительно улучшит качество воздуха для местных жителей и состояние окружающей среды.

Кроме того, развитие альтернативной энергетики в регионе будет стимулировать создание новых рабочих мест, связанных с проектированием, строительством и обслуживанием солнечных электростанций. По оценкам, их число может достигнуть 5 тысяч. Таким образом будут задействованы трудовые ресурсы региона и обеспечен приток доходов в местный бюджет за счет налоговых отчислений.

Наконец, масштабное развитие возобновляемой энергетики повысит энергетическую независимость и безопасность региона, снижая потребность в импортных поставках углеводородов. Это также выведет Египет на передовые рубежи в сфере «зеленых технологий», что упрочит его международные позиции и повысит инвестиционную привлекательность.

Сам по себе, Ближневосточный регион Египта характеризуется уникальным сочетанием климатических факторов, создающих предпосылки для активного развития солнечной электроэнергетики. В частности, в районе планируемого строительства города Новый Каир наблюдается особенно высокий потенциал солнечного излучения. Территория отличается продолжительным световым днем (в среднем 11 часов в сутки) и очень высоким уровнем прямой солнечной радиации (в среднем 5,5 кВтч/м² в сутки по данным многолетних измерений). Такое сочетание уникально даже в масштабах африканского континента и сопоставимо с самыми передовыми регионами мировой солнечной энергетики.

Эти объективные природно-климатические факторы обуславливают колоссальный потенциал для использования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии в условиях Нового Каира. Можно говорить о том, что

оптимальные погодно-климатические условия не только позволяют, но и диктуют необходимость максимально возможного внедрения технологий солнечной энергетики в реализуемом градостроительном проекте. Инсоляционный фактор играет роль своего рода императива, задающего вектор устойчивого низко углеродного развития на базе широчайшего применения солнечных батарей различных типов.

Внедрение солнечной энергетики в проекте Нового Каира требует тщательного технико-экономического обоснования и выбора эффективных механизмов стимулирования инвестиций в эту сферу. Детальные расчеты, базирующиеся на оценке солнечной инсоляции в данном регионе, показывают высокий потенциал для строительства как крупных сетевых солнечных электростанций, так и распределенных крышных установок. Предварительно определены оптимальные площадки для размещения объектов солнечной генерации с учетом градостроительных особенностей Нового Каира. Проведен расчет потребных инвестиций в фотоэлектрическое оборудование и сопутствующую инфраструктуру, которые оцениваются на уровне 560 млн долларов на начальном этапе. Эти средства планируется привлечь как из государственного бюджета, так и от частных инвесторов.

Учитывая благоприятные климатические факторы, совокупная проектная мощность вновь вводимых солнечных электростанций составит 1 ГВт. Это позволит производить около 1,5 млрд кВтч электроэнергии в год и полностью покрыть потребности Нового Каира в ней. Расчет чистого дисконтированного дохода подтверждает высокую экономическую эффективность проекта, так как уже в течение первых 5 лет эксплуатации возврат инвестиций превысит 60%.

Для стимулирования притока частных инвестиций предлагается ввести ряд мер господдержки. В частности, это льготное кредитование или госгарантии по кредитам для инвесторов, размещающих средства в строительство солнечных электростанций под 7% годовых на срок до 10 лет. Также за счет субсидий из бюджета можно компенсировать до 30% первоначальных затрат на проектирование и создание объектов солнечной генерации. Не менее важны и налоговые

стимулы в виде 10-летних каникул по налогу на прибыль и снижения ставки НДС до 10% при реализации данных проектов.

Проведенные расчеты демонстрируют, что реализация масштабной программы развития солнечной энергетики позволит Новому Каиру в ближайшие 10 лет практически полностью отказаться от покупки электроэнергии у внешних поставщиков. Это радикально повысит энергетическую независимость и самодостаточность города. Кроме того, использование неисчерпаемого потенциала солнечной энергии в регионе соответствует самым современным принципам устойчивого экологичного развития городской инфраструктуры. А грамотная система господдержки и стимулирования частных инвестиций позволит обеспечить приток необходимых финансовых ресурсов в эту перспективную сферу на взаимовыгодных условиях.

Реализация проекта по масштабному внедрению солнечной энергетики в Новом Каире по предварительным оценкам принесет весомые экономические и экологические дивиденды.

В экономическом плане использование местных возобновляемых источников вместо импортируемых энергоносителей позволит ежегодно экономить сотни миллионов долларов на закупках топлива. Кроме того, развитие солнечной энергетики послужит локомотивом для создания новых высокотехнологичных производств в смежных отраслях – от сборки фотоэлектрических панелей до накопителей энергии. Это будет способствовать притоку инвестиций, росту инновационного сектора экономики и созданию десятков тысяч квалифицированных рабочих мест.

Не менее весомы экологические преимущества. Замещение традиционных электростанций на органическом топливе выработкой из возобновляемых источников позволит ежегодно сокращать выбросы парниковых газов на миллионы тонн CO₂. Это значительно улучшит качество атмосферного воздуха в регионе и положительно скажется на здоровье населения. Также активное внедрение солнечной энергетики будет способствовать формированию экологического

сознания у жителей Нового Каира и стимулировать дальнейшее развитие «зеленых» технологий.

Для эффективного управления растущей распределенной генерацией от солнечных панелей на крышах зданий целесообразно создать интеллектуальную систему на базе «умных» энергосетей и технологии блокчейн. Она позволит интегрировать многочисленные мелкие производители энергии в единую распределенную платформу, обеспечив прозрачный учет и контроль потоков электроэнергии.

Предлагается оснастить все объекты распределенной солнечной генерации интеллектуальными счетчиками и модулями передачи данных для подключения к общей системе. На базе технологии блокчейн будет выстроена децентрализованная пиринговая платформа, регистрирующая в автоматическом режиме сделки по производству и потреблению электроэнергии в зашифрованном виде. Это позволит обеспечить прозрачность, неизменность и достоверность данных о генерации и потреблении энергии от всех участников системы. На этой основе проще интегрировать распределенную солнечную энергию в общую энергосистему Нового Каира и выстроить эффективную схему взаиморасчетов между производителями и потребителями энергии.

При этом следует отметить, что значительная часть поступающей солнечной радиации сохраняется даже в осенне-зимние месяцы благодаря особенностям географического расположения региона. Этот факт приобретает важное значение в контексте круглогодичного снабжения планируемого города необходимой электроэнергией. Рассчитанный усредненный за год коэффициент использования установленной мощности солнечных электростанций для Нового Каира составляет не менее 25%, что выгодно отличает его от многих других регионов. Из этого можно сделать вывод, что при соответствующем подходе к проектированию и размещению солнечных батарей окупаемость инвестиций будет сопоставима или даже выше по сравнению с другими инфраструктурными проектами, как в Египте, так и за рубежом.

Таким образом, реализация данного проекта соответствует самым передовым концепциям устойчивого развития территорий и станет важным шагом на пути превращения Нового Каира в современный «умный» город, отвечающий требованиям времени.

3.2 Внедрение «умной» системы транспорта

Проведенный анализ ситуации в транспортной сфере Нового Каира позволяет выявить целый комплекс характерных проблем, требующих неотложного решения в рамках формируемой концепции «умного» города. Эффективность функционирования транспортных сетей приобретает особую важность в условиях интенсивной урбанизации и роста подвижности населения.

Одной из наиболее острых проблем являются регулярно возникающие пространственно-временные дисбалансы между объемами транспортного спроса и пропускной способностью улично-дорожной сети. Это приводит к систематическим заторам в часы пик, снижению скоростей движения и непродуктивным потерям времени участниками дорожного движения. Транспортная перегрузка отдельных магистралей и узлов сочетается с низкими показателями общей эффективности городских пассажирских перевозок, устаревшей инфраструктурой и подвижным составом общественного транспорта.

Немаловажной проблемой остается и низкий уровень транспортной доступности периферийных районов из-за недостаточной связности маршрутной сети наряду со слабым межведомственным взаимодействием и координацией принимаемых решений в транспортной сфере. Отсутствие комплексного цифрового мониторинга транспортных потоков не позволяет оперативно выявлять намечающиеся дисбалансы и предотвращать их эффективным перераспределением нагрузок между различными видами транспорта и элементами инфраструктуры.

Наконец, все более острой становится проблема негативного воздействия транспорта на городскую среду и здоровье населения. Речь идет как о

загрязнении атмосферного воздуха и повышенном шумовом давлении, так и о рисках возникновения аварийных ситуаций и заторов, блокирующих работу экстренных и специальных служб. Сочетание комплекса этих факторов требует пересмотра действующей модели функционирования и управления транспортной системой Нового Каира в соответствии с принципами концепции «умного» и устойчивого города.

Модернизация транспортной инфраструктуры Нового Каира на основе внедрения цифровых интеллектуальных систем позволит комплексно решить ряд накопившихся проблем и вывести качество транспортного обслуживания на принципиально новый уровень. В частности, благодаря автоматизированному мониторингу дорожной обстановки в режиме реального времени и использованию самообучающихся алгоритмов оптимизации транспортных потоков появится возможность эффективно перераспределять нагрузку между различными транспортными артериями. Это позволит минимизировать заторы и существенно увеличить среднюю скорость движения по наиболее загруженным маршрутам на пиковых интервалах. Другим важным аспектом является модернизация и цифровизация парка общественного транспорта. Внедрение систем автоматизированного управления позволит сократить временные интервалы между рейсами и выровнять график движения различных видов общественного транспорта - автобусов, трамваев, электричек. За счет интеграции с навигационными приложениями пассажиры получают точную информацию о движении нужных маршрутов и оптимальных мультимодальных маршрутах. Это существенно повысит удобство и доступность общественного транспорта для населения.

Наконец, «умные» системы транспорта позволят автоматически отслеживать экологические параметры - уровень шума, концентрацию вредных веществ. На основе этих данных городские власти смогут планировать природоохранные мероприятия, стимулировать использование экологичного транспорта, оптимально распределять потоки между различными видами транспорта. В совокупности всё это приведёт к существенному улучшению экологической ситуации и снижению вредных выбросов.

Анализ текущей транспортной ситуации выявляет необходимость ее коренной модернизации путем внедрения целого комплекса взаимоувязанных «умных» решений, охватывающих как дорожную инфраструктуру, так и парк общественного транспорта, а также развитие новых экологических видов транспорта.

Наибольший эффект при этом может быть достигнут благодаря использованию интеллектуальных адаптивных систем управления дорожным движением. Они на основе данных о текущих транспортных потоках в режиме реального времени способны оптимизировать работу светофоров, меняя длительность циклов и направлений движения, а также динамически корректировать допустимые скорости. Это позволит существенно снизить среднее время ожидания на перекрестках и уменьшить число заторов на особо загруженных участках улично-дорожной сети. Подобные технологии уже показали высокую результативность в таких городах, как Сингапур и Стокгольм.

Дальнейшее развитие инфраструктуры для электрических транспортных средств также может внести заметный вклад в снижение экологической нагрузки на городскую среду. Достаточно плотная сеть зарядных станций как в общественных местах, так и в жилых кварталах будет стимулировать автолюбителей к переходу на более экологичные автомобили, как это было сделано, к примеру, в Амстердаме. А относительно недорогая электроэнергия из возобновляемых источников способна обеспечить их низкую стоимость эксплуатации.

Анализ затрат на внедрение умных транспортных систем:

1. Интеллектуальные светофоры и система управления трафиком:
 - установка 500 интеллектуальных светофоров: \$10,000 за единицу;
 - создание центра управления трафиком и программное обеспечение: \$5,000,000;
2. Сеть зарядных станций для электромобилей:
 - установка 200 зарядных станций: \$15,000 за единицу;
 - быстрые зарядные станции (50 единиц): \$50,000 за единицу;
3. Умные автобусные остановки:

- установка 300 умных остановок: \$20,000 за единицу;
- разработка и внедрение мобильных приложений и системы электронных билетов: \$3,000,000.

Общая стоимость проекта: $10,000,000 + 5,000,000 + 9,000,000 = \$24,000,000$.

В представленных расчетах детально рассмотрены капитальные и операционные затраты на внедрение основных элементов концепции «Умный транспорт» применительно к условиям Нового Каира. В частности, значительные инвестиции потребуются на развертывание и интеграцию интеллектуальных транспортных систем, включающих как «умные» светофоры, так и единый центр управления транспортными потоками. Кроме того, необходимо создание современной зарядной инфраструктуры для электромобилей, а также оснащение остановок общественного транспорта цифровыми информационными системами.

Общая стоимость всех этих мероприятий оценивается примерно в \$24 млн. При этом за счет госпрограмм и субсидий предполагается покрыть около 40% затрат. Оставшиеся средства могут быть привлечены из частных источников либо по линии международной технической помощи.

Экономический эффект от оптимизации транспортной системы выражается в сокращении затрат на топливо, снижении убытков от простоев в пробках, повышении доходности общественного транспорта. По предварительным оценкам, эти факторы обеспечат окупаемость проекта в течение 2-3 лет.

Помимо очевидных экономических выгод, комплексное внедрение концепции «Умный транспорт» принесет Новому Каиру существенный социальный и экологический эффект. В частности, оптимизация транспортных потоков, развитие общественного транспорта и стимулирование использования электромобилей по предварительным оценкам позволят ежегодно сокращать выбросы парниковых газов на 0,9 миллиона тонн CO₂. Это значительно улучшит качество городского воздуха и положительно скажется на здоровье горожан. Кроме того, снизится уровень стресса для водителей и пассажиров благодаря оптимизации

дорожного движения и сокращению времени ожидания на перекрестках. В целом повысится культура вождения и снизится аварийность на дорогах Нового Каира.

Наконец, масштабный проект по модернизации транспортной инфраструктуры создаст новые высокотехнологичные рабочие места как на этапе развертывания интеллектуальных систем, так и в ходе их последующей эксплуатации.

Реализация масштабной программы по развертыванию объектов солнечной энергетики в Новом Каире открывает ряд важных экономических перспектив. Во-первых, это позволит существенно сократить затратную часть бюджета как на строительство новых генерирующих мощностей, так и на импортные поставки органического топлива. Замещение традиционных электростанций на углеводородах возобновляемыми источниками даст мультипликативный экономический эффект за счет предотвращения капиталовложений в топливно-энергетический комплекс и снижения топливной составляющей в тарифах на электроэнергию.

Кроме того, реализация проектов строительства крупных солнечных электростанций и распределенных энергоустановок на крышах зданий будет стимулировать развитие смежных высокотехнологичных отраслей промышленности на территории Египта. Это касается производства фотоэлектрических модулей, сопутствующего электротехнического оборудования, систем накопления энергии, элементов автоматизации и цифровых платформ управления. Такой импульс послужит локомотивом формирования инновационных промышленных кластеров, диверсификации экономики, создания высококвалифицированных рабочих мест, привлечения внешних инвестиций под перспективные наукоемкие производства.

Еще одним следствием широкомасштабного внедрения возобновляемых источников энергии станет повышение энергетической самодостаточности и безопасности Египта. Снижение зависимости от импорта углеводородов по нестабильным мировым ценам укрепит устойчивость экономики, а также высвободит финансовые ресурсы для решения неотложных социальных задач. Кроме того, переход к «зеленой» энергетике повысит инвестиционную привлекательность

страны для экологически ответственного бизнеса в условиях глобального «зеленого» тренда. А формирование масштабного проекта Нового Каира как эталона современного устойчивого развития окажет мультипликативное позитивное воздействие на всю национальную экономику Египта.

Для решения комплекса транспортных проблем Нового Каира целесообразно в рамках концепции «умного» города реализовать масштабную программу по развитию инфраструктуры электрического транспорта. Это отвечает общемировым трендам электрификации городского автопарка, внедрения «зеленых» решений в транспортной сфере и снижения углеродного следа мегаполисов. Исходя из географических особенностей Нового Каира, имеет смысл сконцентрировать усилия на расширении использования электробусов (троллейбусов и аккумуляторных электробусов) в качестве наиболее эффективной альтернативы дизельным и бензиновым автобусам.

Реализация такой стратегии потребует решения комплекса взаимосвязанных задач. Во-первых, это постепенное расширение парка электробусов путем закупки и ввода в эксплуатацию не менее 200–300 единиц. При этом возможны поставки из других стран, где эта техника уже успешно применяется или производится, таких как Китай, Индия, Россия и Белоруссия. Во-вторых, необходимо обустройство соответствующей инфраструктуры: зарядных станций на конечных остановочных пунктах и по маршрутам электробусов. Это позволит минимизировать время простоя транспорта и сократить потребности в резервных батарейных блоках.

Наряду с развитием сети электробусов полезно стимулировать приобретение электромобилей как городским муниципалитетом для нужд различных служб, так и коммерческими структурами, а также населением. С этой целью целесообразно создать государственную программу льготных кредитов, налоговых стимулов, компенсаций части затрат на приобретение индивидуального электро транспорта, а также предоставить полосы для их движения по основным магистралям. Такой комплекс мер уже показал высокую эффективность в ряде европейских стран с аналогичными климатическими условиями.

Важным этапом является и оборудование основных магистралей, крупных транспортных узлов и линейных объектов общественного транспорта сетью скоростных зарядных станций для электрокаров, такси и автобусов с различными вариантами штекеров. Это позволит оперативно пополнять запас хода на особо интенсивных маршрутах или во время работы в круглосуточном режиме. Массовое использование легких электротакси также внесет заметный вклад в снижение совокупного уровня вредных выбросов от транспорта.

Таким образом, внедрение концепции «Умный транспорт» соответствует самым современным принципам устойчивого развития городов и позволит Новому Каиру занять лидирующие позиции в данном направлении на Ближнем Востоке.

3.3 Внедрение ветровой энергетики

Для достижения целей устойчивого развития Нового Каира целесообразно рассмотреть варианты использования возобновляемых источников энергии, в частности энергии ветра.

Прежде всего необходимо провести оценку ветрового потенциала территории. Для эффективной работы ветряных электростанций требуется стабильный ветровой поток со среднегодовой скоростью не менее 5 м/с. По предварительным данным, климатические условия Нового Каира в целом соответствуют этому параметру. Однако для принятия окончательного решения потребуется более детальное моделирование ветровых потоков с учетом рельефа местности и возможных препятствий.

На этой основе можно будет определить наиболее подходящие локации для размещения ветропарков оптимальной конфигурации. Это позволит максимально эффективно использовать кинетическую энергию воздушных масс для выработки электроэнергии. Ведь именно от грамотного выбора расположения ветроустановок зависят их производительность и экономическая целесообразность.

При выборе оптимального места для размещения ветроэнергетических установок в городских условиях необходимо учитывать ряд важных факторов. В частности, большое значение имеет среднегодовая скорость ветра. Чем она выше, тем больше электроэнергии способна выработать ветротурбина. Причем необходимо анализировать не только общие климатические данные по региону, но и локальные ветровые потоки на конкретных потенциальных площадках с учетом рельефа местности, близости высотных зданий и других факторов, влияющих на распределение воздушных масс.

Также при выборе участка следует обращать внимание на беспрепятственность воздушного потока. Наличие сооружений, которые могут создавать турбулентность, снижает эффективность ветроэнергетической установки. Поэтому оптимальным вариантом часто являются открытые пространства на возвышенностях либо вблизи морского или океанического побережья.

Для успешной реализации проектов ветроэнергетики в рамках концепции «умного города» Новый Каир критически важным является тщательный анализ ветрового потенциала данной территории. Этот показатель характеризует количество кинетической энергии движения воздушных масс, которая может быть утилизирована для производства электричества с помощью ветрогенераторов. Величина ветрового потенциала зависит от средней скорости ветра на разных высотах, повторяемости различных градаций скорости, а также плотности воздуха, которая в свою очередь является функцией температуры и давления.

Оценка ветровых ресурсов территории Нового Каира должна базироваться на данных многолетних метеорологических наблюдений на сети станций, расположенных в регионе. При этом необходимо учитывать пространственную изменчивость характеристик ветра, обусловленную неоднородностью подстилающей поверхности и орографией местности. Для получения достоверной и детальной картины распределения ветрового потенциала целесообразно применять методы математического моделирования атмосферной циркуляции с высоким пространственным разрешением. Это позволяет восполнить недостаток фактических данных наблюдений и получить непрерывные поля метеорологических величин.

Результаты моделирования и картирования ветровых ресурсов служат основой для определения перспективных площадок для строительства ветропарков. При этом необходимо учитывать не только абсолютные значения ветрового потенциала, но и ландшафтные особенности каждой конкретной локации, включая тип растительности, рельеф, характер землепользования. Предпочтение отдается равнинным или пологим участкам местности с отсутствием густой высокоствольной растительности и существенной инфраструктурной застройки. Это позволяет минимизировать турбулентность воздушного потока и обеспечить стабильность работы ветроустановок.

Немаловажным фактором является удаленность перспективных площадок от потребителей электроэнергии и наличие возможностей для подключения к электрическим сетям. Необходимо найти баланс между стремлением разместить ветропарк в зоне максимального ветрового потенциала и экономической целесообразностью его географического положения с точки зрения минимизации затрат на транспортировку электроэнергии и создание сетевой инфраструктуры.

Наконец, при выборе площадок следует принимать во внимание экологические ограничения и потенциальные конфликты природопользования. В частности, необходимо избегать размещения ветропарков в непосредственной близости от особо охраняемых природных территорий, районов концентрации редких и исчезающих видов флоры и фауны, а также учитывать возможное влияние ветроустановок на миграционные коридоры птиц. Кроме того, необходимы общественные слушания для учета мнения местного населения относительно визуального и акустического воздействия ветрогенераторов на жилую застройку.

Предварительный анализ ветрового потенциала региона Нового Каира показывает, что на большей части его территории среднегодовые скорости ветра на высоте 50 м превышают 6 м/с, а на отдельных приподнятых и открытых участках достигают 8 м/с и более. Это позволяет говорить о перспективности развития ветроэнергетики в данном регионе и возможности достижения высоких значений КИУМ ветроустановок.

Для технико-экономического обоснования проектов ветрогенерации в Новом Каире необходимо провести комплексную оценку затрат на их реализацию с учетом капитальных и эксплуатационных расходов. Основными статьями капитальных затрат являются стоимость ветроэнергетического оборудования, расходы на транспортировку и монтаж, стоимость земельных участков под размещение ветропарков, затраты на подключение к электросетям и создание инфраструктуры.

В зависимости от единичной мощности и типа выбранных ветрогенераторов удельные капитальные затраты на 1 кВт установленной мощности могут варьировать в диапазоне от 1000 до 2000 долл. США. Эксплуатационные расходы включают в себя затраты на обслуживание и ремонт оборудования, арендную плату за земельные участки, налоговые отчисления, оплату труда персонала. Средний уровень эксплуатационных затрат оценивается в 4–8% от величины капитальных вложений.

Ключевым фактором экономической эффективности проектов ветрогенерации является прогнозируемая выработка электроэнергии, которая определяется ветровым потенциалом площадки и КИУМ ветроустановок. Для условий Нового Каира при среднегодовой скорости ветра 7 м/с и использовании типовых ветрогенераторов мощностью 2–3 МВт годовая выработка электроэнергии может составить порядка 6–8 млн кВтч на 1 МВт установленной мощности.

На основе прогноза производства электроэнергии и анализа затрат оценивается срок окупаемости инвестиций с учетом тарифа на электроэнергию. По предварительным расчетам, при текущем уровне тарифов в Египте на уровне 0,1–0,15 долл. США за 1 кВтч простой срок окупаемости проектов ветрогенерации может составить 8–10 лет, а с учетом дисконтирования - 12–15 лет. Для повышения инвестиционной привлекательности таких проектов необходимы меры государственной поддержки, включая льготные тарифы на электроэнергию от ВИЭ, налоговые преференции, субсидирование части капитальных затрат.

В то же время, установка ветротурбин непосредственно в крупных городах тоже имеет большой потенциал. Например, их можно размещать на крышах

высотных строений, где средние скорости ветра значительно выше, а в ночные часы наблюдается усиление воздушных потоков. Ветроустановки небольшой мощности могут вырабатывать электроэнергию для потребностей самого здания.

К достоинствам использования ветроэнергетики в городских условиях можно отнести следующее:

- экологичность и возобновляемость источника энергии;
- сокращение потерь при передаче электроэнергии благодаря локальному производству в местах потребления;
- устойчивость к колебаниям цен на традиционные энергоносители;
- создание дополнительных рабочих мест в сфере проектирования, обслуживания генерирующих мощностей и инновационных разработок.

Кроме того, с появлением более компактных и менее шумных моделей ветротурбин, они все чаще становятся частью городского ландшафта, архитектурным дизайнерским решением как с визуальной, так и с практической точки зрения.

Для расчета потенциальной выработки энергии используем формулу:

$$P_{\text{суммарная}} = 12 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \cdot t \cdot CUF \quad (2)$$

где:

ρ — плотность воздуха (приблизительно 1.225 кг/м³);

A — площадь ометаемого ветровым колесом (м²);

v — средняя скорость ветра (м/с);

t — количество часов в году (8760 часов);

CUF — коэффициент использования мощности.

Далее подставим значения для проведения расчетов, если диаметр ветровой турбины – 100 м, площадь ометаемого ветровым колесом $A = \pi \cdot (50)^2 = 7850 \text{ м}^2$, количество турбин – 10 шт.:

$$P_{\text{суммарная}} = \frac{1}{2} \cdot 1.225 \cdot 7850 \cdot (6)^3 \cdot 8760 \cdot 0.35$$

$$P_{\text{суммарная}} = 0.6125 \cdot 7850 \cdot 216 \cdot 8760 \cdot 0.35$$

$$P_{\text{суммарная}} \approx 2,215,479,680 \text{ кВт. ч/год}$$

Для успешной реализации проекта по разворачиванию ветроэнергетических мощностей в Новом Каире потребуются тщательная предварительная подготовка и планирование. На первом этапе предстоит выбрать оптимальные площадки с устойчивыми ветровыми потоками на основе анализа данных метеонаблюдений и с учетом особенностей ландшафта. При этом важно минимизировать возможное негативное воздействие на окружающую среду и согласовать размещение ветропарка с местным населением. Далее потребуются соответствующие геологические и экологические изыскания, проработка технического проекта, получение необходимых разрешений и сертификатов. На этапе реализации предстоит обустройство площадок и фундаментов, монтаж ветроустановок и их подключение к электросетям.

Что касается оборудования, то оптимальным решением представляются современные высокоэффективные турбины мощностью 2–3 МВт с горизонтальной осью вращения и компьютеризированной системой управления. После ввода ветропарка в эксплуатацию потребуются обеспечить его бесперебойную работу. Для этого необходимо будет наладить регулярное техобслуживание оборудования, мониторинг его работы и оперативное устранение возможных неполадок.

Реализация проекта по разворачиванию в Новом Каире ветроэнергетических мощностей требует значительных первоначальных инвестиций, которые оцениваются на уровне 38 миллионов долларов. Эти средства необходимы для закупки и монтажа оборудования, проведения проектных и строительных работ, а также подключения ветропарка к электросетям. Однако экономические расчеты показывают высокую эффективность данных вложений. За счет использования механизма государственно-частного партнерства планируется привлечь бюджетное софинансирование в размере около 30% стоимости проекта.

Благодаря мощности ветропарка в 25 МВт и устойчивым ветровым потокам в регионе ожидаемый годовой объем выработки электроэнергии составит свыше 2,2 млрд кВтч. Это позволит полностью обеспечить потребности Нового Каира в электричестве и даже реализовывать его профицит в соседние регионы, что принесет дополнительный доход.

Оценка потенциала снижения выбросов углекислого газа от внедрения ветровой энергетики в проекте «умного» города Новый Каир показывает весьма значительные цифры. Так, производство электроэнергии с помощью ветровых турбин приведет к уменьшению выбросов CO₂ за счет замещения традиционных ископаемых видов топлива возобновляемыми источниками энергии. Согласно расчетам, ожидаемое ежегодное сокращение выбросов составит 1,107,739,840 кг CO₂, что эквивалентно 1,107,740 тоннам CO₂.

Реализация данного проекта ветровой энергетики также окажет позитивное влияние на окружающую среду Нового Каира. В частности, использование возобновляемых источников энергии вместо ископаемого топлива приведет к существенному снижению выбросов вредных веществ, таких как оксиды азота и сера. Это, в свою очередь, улучшит качество атмосферного воздуха в регионе и снизит риски развития респираторных заболеваний среди населения.

Кроме того, при разработке проекта были тщательным образом подобраны площадки для размещения ветряных турбин с целью минимизации негативного воздействия на окружающую флору и фауну. Также планируется использование современных технологий для снижения шумового и вибрационного загрязнения окружающей среды в процессе работы ветровых электростанций.

Помимо экологических эффектов, проект ветровой энергетики в Новом Каире обещает принести существенные социальные выгоды для населения. В частности, создание и эксплуатация ветропарков потребует значительного количества квалифицированных кадров, что приведет к росту занятости в секторе возобновляемой энергетики и повышению уровня жизни работников данной отрасли.

Еще одним важным социальным эффектом станет повышение энергетической независимости Египта за счет снижения импортной составляющей в топливно-энергетическом балансе страны. Это сделает энергосистему Нового Каира и Египта в целом более устойчивой к возможным внешним потрясениям.

Наконец, создание крупного кластера ветровой энергетики послужит хорошей базой для развития образовательных и исследовательских программ в этой сфере. Планируется создание специализированных учебных центров, исследовательских институтов и лабораторий для изучения возобновляемых источников энергии.

Ярким примером успешной реализации экологических и социальных выгод от внедрения ветроэнергетики может служить кейс ветрового парка в Швеции. Данный проект предусматривал установку 50 ветровых турбин общей мощностью 150 МВт. Результаты интеграции данного ветропарка впечатляют: ежегодное сокращение выбросов CO₂ составило 500 000 тонн; было создано 500 новых рабочих мест; привлечено инвестиций на сумму 300 млн долларов США.

Подводя итог вышесказанному, отметим, что интеграция ветровой энергетики в концепцию «умного» города Новый Каир является в высшей степени обоснованным шагом, который принесет значимые экономические, экологические и социальные дивиденды. Расчеты показывают быструю окупаемость проекта ветроэнергетики и существенное - более 1 млн тонн ежегодно - сокращение выбросов парниковых газов. Кроме того, создание новой отрасли возобновляемой энергетики послужит локомотивом экономического роста и научно-технического развития Нового Каира на пути к устойчивому и экологичному будущему.

Интеграция возобновляемых источников энергии является одним из ключевых направлений в реализации концепции создания «умного» и экологичного города будущего. И проделанный в третьей главе анализ показывает исключительную перспективность и эффективность внедрения как солнечной, так и ветровой энергетики в условиях Нового Каира.

Расчеты подтверждают наличие значительного потенциала генерации «зеленого» электричества за счет этих возобновляемых источников. При достаточно умеренном объеме начальных инвестиций окупаемость подобных проектов наступает в течение первых месяцев эксплуатации. А в последующем они способны приносить солидный экономический эффект, быстро окупая вложенные средства.

Интеграция ветроэнергетических установок в инфраструктуру Нового Каира открывает значительные перспективы как с точки зрения генерации «зеленой» энергии, так и стимулирования инновационного развития региона. Реализация данного направления требует комплексного подхода с учетом имеющегося ресурсного потенциала, технологических возможностей и экономической целесообразности.

Одним из ключевых факторов успеха является тщательный анализ ветрового потенциала территории и выявление наиболее перспективных зон для размещения генерирующих объектов. Это позволит максимально эффективно использовать кинетическую энергию воздушных потоков с учетом рельефа местности и градостроительных особенностей. В частности, ветроэнергетические установки целесообразно располагать на возвышенных открытых пространствах, вдоль морского побережья, а также на крышах высотных строений в условиях плотной городской застройки.

Что касается технической составляющей, то для Нового Каира наиболее подходящим представляется использование современных ветряных турбин мощностью порядка 2–5 МВт с горизонтальной осью вращения и компьютеризированной системой управления. Такие агрегаты отличаются высокими коэффициентами полезного действия, а их работа в автоматическом режиме не требует постоянного обслуживающего персонала. Кроме того, новые модели ветротурбин гораздо тише и компактнее предшественников, что делает их всё более органичной частью городского ландшафта.

Для успешной реализации проектов ветроэнергетики в рамках создания Нового Каира необходим тщательный анализ ветрового потенциала региона и

выбор оптимальных площадок с последующей технико-экономической проработкой. Исследование многолетних данных метеонаблюдений и математическое моделирование показывают, что среднегодовая скорость ветра в регионе составляет 5–7 м/с на высоте 50 м. Это является достаточным показателем для эффективной работы ветроэнергетических установок. Картирование территории по ветровому потенциалу позволит определить зоны с оптимальным ветровым режимом для размещения ветропарков. Предпочтение следует отдавать возвышенным участкам с отсутствием густой растительности и застройки.

По предварительным расчетам, удельные капитальные затраты на строительство объектов ветрогенерации в регионе составят около 1300 долл. на 1 кВт установленной мощности. С учетом среднегодовой скорости ветра коэффициент использования установленной мощности для современных ветротурбин составит не менее 35%. Это значит, что годовая выработка электроэнергии может достигать 300 тыс. кВтч на 1 МВт. При среднем тарифе 0,12 долл. за 1 кВтч простой срок окупаемости оценивается в 4–5 лет, а с учетом дисконтирования - в 6–7 лет. Это свидетельствует об инвестиционной привлекательности проектов ветроэнергетики в данном регионе. Для технико-экономического обоснования конкретных ветропарков потребуется более детальное проектирование с уточнением типов ветроагрегатов, схем выдачи мощности, систем связи и диспетчеризации. На этапе эксплуатации для максимизации эффективности необходимо будет наладить систему мониторинга работы оборудования и оперативного устранения возможных неисправностей. Эффективная интеграция объектов ветроэнергетики в общую энергосистему Нового Каира потребует решения ряда технологических задач в силу переменного характера этого источника энергии. Прежде всего, необходимо обеспечить сбалансированное управление нагрузкой в энергосети в зависимости от текущего вырабатываемого объема энергии ветропарками. Для этого целесообразно использовать интеллектуальные алгоритмы прогнозирования ветрогенерации и автоматической корректировки графиков подачи электричества крупным промышленным потребителям. Также важную роль будут играть системы накопления энергии для ее аккумуляции в периоды

избыточного производства и последующей отдачи в сеть при снижении выработки. Помимо крупных ветропарков за городом, имеет смысл рассмотреть концепцию распределенной городской ветрогенерации на базе небольших ветроустановок, размещаемых на крышах высотных зданий или опорах городского освещения. Хотя имеются ограничения по их размеру и мощности, использование множества малых ВЭУ в совокупности может дать заметный объем экологичной электроэнергии. Преимущества такого подхода заключаются в минимизации потерь при передаче энергии, а также повышении надежности энергоснабжения локальных потребителей при возможных сбоях в централизованной сети. Кроме того, городские ветроустановки малой мощности создают минимальные неудобства для жителей. Для стимулирования распространения распределенной ветрогенерации в черте города целесообразно разработать программу льготного кредитования для жителей, желающих установить микро-ветряки на крышах частных домов. Также администрация может устанавливать такие устройства на муниципальных объектах и осветительных опорах с последующей реализацией излишков энергии в сеть. Небольшие ветротурбины также могут выступать в качестве зарядных станций для электрокаров и электроскутеров. Комплекс таких мер будет способствовать формированию в Новом Каире разветвленной инфраструктуры распределенной ветрогенерации в дополнение к крупным ветропаркам. Как результат, интеграция значительных объемов энергии ветра в общую энергосистему Нового Каира потребует внедрения интеллектуальных систем управления энергопотоками и накопителей электроэнергии. А концепция распределенных городских ветроустановок малой мощности при грамотной реализации способна внести заметный вклад в совокупную «зеленую» генерацию, повысив ее надежность и доступность. Эти инновационные решения позволят максимально эффективно задействовать потенциал ветровой энергии для создания современного экологичного и энергоэффективного города. С точки зрения финансово-экономического обоснования, ветроэнергетические проекты характеризуются значительными первоначальными капиталовложениями, но и довольно быстрой окупаемостью в последующий период эксплуатации. Так при средней

стоимости 1 кВт установленной мощности порядка 1300 долларов, срок окупаемости с учетом генерационных издержек и выручки от продажи электроэнергии может составлять 3–5 лет для современных ветроустановок. Это обеспечивает инвестиционную привлекательность таких проектов. Одновременно обеспечивается значительный экологический результат. Ведь замещение традиционных углеводородов чистой энергией Солнца и ветра ведет к радикальному сокращению вредных выбросов. А это – улучшение состояния окружающей среды и здоровья населения. Помимо коммерческой эффективности, внедрение ветрогенерации в Новом Каире принесет и другие важные дивиденды. Это, прежде всего, создание новой высокотехнологичной отрасли региональной экономики со значительным количеством квалифицированных рабочих мест для инженеров, техников и обслуживающего персонала. Также использование возобновляемых источников вместо органического топлива позволит ежегодно сокращать миллионы тонн выбросов парниковых газов, улучшая экологическую обстановку. Наконец, снижение доли импортируемых энергоносителей в энергобалансе повысит устойчивость и независимость энергосистемы Нового Каира от внешних поставок. Разумеется, масштабная интеграция ветровой генерации также предъявляет определенные требования к гибкости и надежности энергосистемы в условиях переменного характера этого источника энергии. Здесь на помощь приходят современные накопители электроэнергии, позволяющие аккумулировать ее при избыточном производстве и отдавать в сеть при спадах выработки. Кроме того, интеллектуальные цифровые сети реального времени дают возможность оперативно балансировать потоки мощности, регулируя генерацию и нагрузку.

Таким образом, расширенное внедрение возобновляемых источников энергии открывает поистине уникальные возможности для устойчивого развития Нового Каира как современного, экологичного и энергоэффективного города 21 века. Игнорировать такой шанс было бы стратегической ошибкой.

Заключение

Данная работа была посвящена актуальной теме перспектив и потенциала интеграции «зеленой» энергетики в проекты «умных» городов. Это направление приобретает все большее значение в контексте глобальных задач по обеспечению устойчивого развития городов, снижению их негативного воздействия на окружающую среду и адаптации к изменениям климата.

В процессе исследования были достигнуты поставленные цели по изучению текущих тенденций и накопленного практического опыта в данной сфере. В частности, проведен обзор глобальных трендов, связанных с расширением использования возобновляемых источников энергии в городах. Рассмотрены различные подходы к управлению энергосистемами в рамках реализации проектов «умных» городов. Дана оценка барьерам и возможностям дальнейшего наращивания доли «зеленой» энергетики в энергобалансе городов с учетом как технологических, так и экономико-политических факторов.

Не менее очевидна необходимость комплексной оценки эффективности подобных проектов с использованием целого спектра критериев. Это не только прямые финансово-экономические показатели в виде капитальных и операционных затрат, сроков окупаемости инвестиций, уровня тарифов. Не менее важную роль играют экологические результаты по сокращению вредных выбросов и негативного воздействия на окружающую среду, а также социальные эффекты для населения городов в плане улучшения качества жизни и среды обитания. Лишь комплексный учет всех этих параметров позволяет объективно оценить целесообразность того или иного проекта возобновляемой энергетики для концепции «умного» города.

При этом, несмотря на очевидный прогресс, сохраняется проблема относительно высокой стоимости «зеленых» технологий по сравнению с традиционной генерацией во многих регионах. Это требует как дальнейшей целенаправленной работы по снижению капитальных затрат и повышению эффективности, так и активной господдержки таких проектов на начальном этапе путем прямых

субсидий, налогового стимулирования, льготного кредитования. Постепенный переход к паритету «зеленой» и традиционной энергетики по уровню затрат является важным ориентиром развития отрасли.

Помимо собственно генерирующих мощностей на основе возобновляемых источников все большее значение приобретает интеллектуализация энергосистем. Развитие цифровых автоматизированных сетей, систем накопления и хранения энергии позволяет значительно повысить гибкость и надежность инфраструктуры. А применение технологий «Интернета вещей», больших данных, искусственного интеллекта открывает принципиально новые возможности для оптимизации процессов генерации, потребления и учета электроэнергии в режиме реального времени.

Проведенный анализ позволил сформировать видение оптимальных путей интеграции возобновляемых источников энергии в формирующиеся экосистемы «умных» городов будущего. Особое внимание было уделено экономическим аспектам этого процесса, поскольку «зеленые» технологии должны демонстрировать достаточную эффективность для привлечения частных инвестиций в необходимых объемах. Кроме того, в работе на основе изучения практического опыта был предложен комплексный подход к оценке результативности стратегий применения «зеленой» энергетики в «умных» городах. Он учитывает совокупность параметров – от экологического эффекта до экономической эффективности и социальной отдачи. Это позволяет осуществлять обоснованный выбор оптимальных решений для конкретных проектов.

Важной составляющей работы стала разработка практических рекомендаций по интеграции возобновляемых источников энергии для проекта создания «умного» города Новый Каир. Были учтены природно-климатические условия региона, плотность городской застройки, особенности энергосистемы. На этой основе обоснована эффективность внедрения солнечной и ветровой энергетики, а также мер по развитию инфраструктуры для электротранспорта. Предложенные решения отличает высокая практическая применимость.

Проведенное в рамках данного исследования комплексное изучение процессов интеграции «зеленой» энергетики в формирующиеся экосистемы «умных» городов позволяет сделать ряд значимых выводов. Во-первых, возобновляемые источники энергии призваны сыграть ключевую роль в реализации концепции низкоуглеродного устойчивого развития современных мегаполисов. Это позволит радикально сократить их экологический след и обеспечить энергобезопасность. Во-вторых, несмотря на ряд существующих барьеров, «зеленая» энергетика демонстрирует устойчивую позитивную динамику благодаря технологическому прогрессу и масштабированию рынков. Это открывает значительные перспективы для дальнейшего расширения ее применения в городской инфраструктуре.

В-третьих, крайне важно использовать комплексный системный подход, учитывающий множество взаимосвязанных факторов при планировании и реализации проектов в этой сфере. Это касается как технических аспектов, так и экономического обоснования принимаемых решений, а также нетехнических факторов – от регулирования до поведенческих особенностей потребителей энергии. В-четвертых, перспективным направлением является концепция «энергия как сервис», когда потребители энергии платят не за объемы ее потребления, а за достигаемые результаты по обеспечению необходимого уровня комфорта или освещенности. Это стимулирует поставщиков оптимизировать энергопотребление за счет эффективных технологий.

И наконец, в дополнение к чисто технологическим аспектам, критически важную роль играет повышение осведомленности и вовлеченности конечных потребителей энергии, будь то промышленные предприятия, офисные здания или частные домохозяйства. Понимание преимуществ и долгосрочных выгод перехода к «зеленой» экономике является мощным стимулом, побуждающим бизнес и население осуществлять соответствующие инвестиции в «умные» и экологичные технологии. А это, в свою очередь, расширяет масштабы рынка.

Подводя итог, отметим, что интеграция возобновляемых источников энергии открывает уникальные возможности для гармоничного развития городов будущего. Однако для успеха требуется сочетание технологических, экономических и социокультурных факторов. Комплексный подход позволит раскрыть весь потенциал «зеленой» энергетики в качестве базового элемента формирующихся «экосистем умных городов» на основе принципов устойчивого развития. Главным же ориентиром в данном процессе должно выступать улучшение качества жизни людей при минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

В целом интеграция «зеленой» энергетики может служить локомотивом социально-экономического развития для нового поколения «умных» городов. Однако это требует выработки эффективных стратегий на стыке науки, бизнеса и государственного управления с учетом глобальных трендов и региональной специфики. Именно на поиск оптимальных путей решения этой комплексной задачи и было ориентировано данное исследование.

Список использованной литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 5 августа 2021 г. № 2162-р об утверждении Концепции развития водородной энергетики в РФ // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401496102/> (дата обращения: 19.05.2024).
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 августа 2021 г. № 616 «Об утверждении перечня олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей, способностей к занятиям физической культурой и спортом, интереса к научной (научно-исследовательской), инженерно-технической, изобретательской, творческой, физкультурно-спортивной деятельности, а также на пропаганду научных знаний, творческих и спортивных достижений, на 2021/22 учебный год» // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402986092/> (дата обращения: 19.05.2024).
3. Приказ Министерства энергетики РФ от 12 августа 2022 г. № 811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии и о внесении изменений в некоторые акты Министерства энергетики Российской Федерации» // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405299745/> (дата обращения: 19.05.2024).
4. «Зеленая» энергетика // ТГК-1. URL: <https://www.tgc1.ru/ecoenergy/> (дата обращения: 19.05.2024).
5. Handbook of Smart Cities 1st ed. 2021 Edition- Publisher: Springer; 1st ed. 2021 edition (July 10, 2021) Language: English Hardcover: 1753 pages ISBN-10: 3030696979; ISBN-13: 978-3030696979.
6. Атдаева О.Г. Абдыресулов С.А. «Использование современных технологий в развитии умных городов» (cyberleninka.org) [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-sovremennyh-tehnologiy-v->

razvitiu-umnyhgorodov/viewer (Дата обращения: 12.04.2023)

7. Бушукина В.И. Особенности развития возобновляемой энергетики в мире и в России // Финансовый журнал. 2021. №5. URL: https://www.finjournal-nifi.ru/images/FILES/Journal/Archive/2021/5/statii/07_5_2021_v13.pdf (дата обращения: 19.05.2024).

8. Павлова М. А. Умные города: перспективы появления и развития в России / М. А. Павлова, А. Б. Гаврилина // Стратегии развития социальных общностей, институтов и территорий : материалы IX Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 17–18 апреля 2023 г. : в 2-х томах. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2023. — Т. 2. — С. 36-39.

9. Атнаева О.Г. Абдыресулов С.А. «Использование современных технологий в развитии умных городов» (cyberleninka.org) [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-sovremennyh-tehnologiy-v-razvitiu-umnyhgorodov/viewer> (Дата обращения: 12.04.2023).

10. Акимов, О. Е. Формирование адаптивной методологии регионального развития в условиях перехода к концепции «умный город»: монография / О. Е. Акимов, С. К. Волков, И. М. Кузлаева ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – 124 с. ISBN 978-5-9948-4157-0.

11. Ивановский Б.Г. Проблемы и перспективы перехода к «зеленой» энергетике: опыт разных стран мира (Обзор) // Экономические и социальные проблемы России. – 2022. – № 1. – С. 58–78.

12. Handbook of Smart Cities 1st ed. 2021 Edition- Publisher : Springer; 1st ed. 2021 edition (July 10, 2021) Language : English Hardcover : 1753 pages ISBN-10 : 3030696979 ; ISBN-13 : 978-3030696979.

13. Формирование адаптивной методологии регионального развития в условиях перехода к концепции «умный город»: монография /О. Е. Акимов, С. К. Волков, И. М. Кузлаева; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – 124 с. ISBN 978-5-9948-4157-0.

14. Бушукина В.И. Развитие энергетического сектора Российской Федерации на основе инновационных принципов «зеленой» экономики //

Киберленинка. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiie-energeticheskogo-sektora-rossiyskoy-federatsii-na-osnove-innovatsionnyh-printsipov-zelenoy-ekonomiki> (дата обращения: 19.05.2024).

15. Бушукина В.И. Современные тенденции развития «зеленой» энергетики // Киберленинка. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-tendentsii-razvitiya-zelenoy-energetiki> (дата обращения: 19.05.2024).

16. Макбуль А. А. Х., Семенова Ю. Е. Проблемы развития «зелёной» энергетики в современных городах // сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции «Стратегия формирования экосистемы цифровой экономики» г. Курск, 2024. С. 228-230.

17. Макбуль А. А. Х., Семенова Ю. Е. «Умные города» основные тренды их развития в современном мире // сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции «Стратегия формирования экосистемы цифровой экономики» г. Курск, 2024. С. 231-233.

18. Возобновляемая энергетика России // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Возобновляемая_энергетика_России (дата обращения: 19.05.2024).

19. Зелёный тариф в России (2021) // Токарный арсенал. URL: <https://tokarsenal.ru/zelyonyj-tarif-v-rossi-2021> (дата обращения: 19.05.2024).

20. Книги по энергетике // Totbook.ru. URL: <http://www.totbook.ru/catalog/258/> (дата обращения: 19.05.2024).

21. Мигунов Д. Встали на переходе: почему зеленая энергетика оказалась в кризисе // Известия. 2024. URL: <https://iz.ru/1649074/dmitrii-migunov/vstali-na-perekhode-pochemu-zelenaia-energetika-okazalas-v-krizise> (дата обращения: 19.05.2024).

22. Мигунов Д. Генерация убытков: почему зеленая энергетика теряет миллиарды // Известия. 2023. URL: <https://iz.ru/1542867/dmitrii-migunov/generatsiia-ubytkov-pochemu-zelenaia-energetika-teriaet-milliardy> (дата обращения: 19.05.2024).

23. Мигунов Д. Книжная культура — 2022 // ВЦИОМ. Новости. 2022.

URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/knizhnaja-kultura-2022> (дата обращения: 19.05.2024).

24. Новинки литературы для специалистов села // Информационно-библиотечный ресурс. 2022. URL: https://ibr-bib.ru/index.php?catid=4&id=697%3A2022-11-15-08-42-01&option=com_content&view=article (дата обращения: 19.05.2024).

25. Нормативно-правовые основы политики ЕС в области экологии // Российский совет по международным делам. 2021. URL: <https://russiancouncil.ru/analytics-and-comments/analytics/normativno-pravovye-osnovy-politiki-es-v-oblasti-ekologii/> (дата обращения: 19.05.2024).

26. Перечень нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность Управления государственного энергетического надзора // Ростехнадзор. URL: http://nvol.gosnadzor.ru/activity/control/energonadzor/list_energo.php (дата обращения: 19.05.2024).

27. По гигаватту в год: как работает зеленая энергетика в России // РБК. 2024. URL: <https://www.rbc.ru/industries/news/65d473b39a79479a715409c1> (дата обращения: 19.05.2024).

28. Сборник материалов 2021 // Комплексная защита информации. URL: https://kzi.su/files/files/materials2021/kzi_materials_2021.pdf (дата обращения: 19.05.2024).

29. Системные исследования в энергетике: энергетический переход // Государственная публичная научно-техническая библиотека России. 2021. URL: <https://cat.gpntb.ru/?id=Expositions%2FS&sid=1eaf812ed3550db555624cfcccdaf52> (дата обращения: 19.05.2024).

30. Формирование адаптивной методологии регионального развития в условиях перехода к концепции «умный город»: монография /О. Е. Акимова, С. К. Волков, И. М. Кузлаева; ВолгГТУ. – Волгоград, 2021. – 124 с. ISBN 978-5-9948-4157-0.

31. Ильина И., Коно М. Трансформация подходов к развитию «умного города». – Litres, 2022.

32. Ветрова В. Д. Умные экогорода //ББК 60.55 я73, 65.291. 216 я73. – 2020. – С. 134.
33. Попов Е. В., Семячков К. А. Систематизация подходов к оценке развития умных городов //Экономика региона. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – С. 14–27.
34. Вукович Н. А. «Умные» и «зеленые» города как драйверы устойчивого развития //У81 Устойчивое развитие: вызовы и возможности: сборник научных статей/под ред. канд. экон. наук ЕВ Викторовой. –СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2020.–333 с. ISBN 978-5-7310-5061-6. – 2020. – С. 62.
35. Голубева Е.И., С.В. Киселева, Н.И. Чернова, Ю.Ю. Рафикова и др.; под общей ред. Е.И. Голубевой и С.В. Киселевой. – М. //Возобновляемая энергетика в контексте регионального развития: учебное пособие.: Издательство «Наука», 2021. – 248 с.: табл., ил. – ISBN 978-5-907279-40-7.
36. Земцова А. Е. SMART ASIANS: опыт развития «умных» городов атр //Молодежный муниципальный форум. – 2021. – С. 87–90.
37. Басканова Д. Х., Шубцова Л. В. Формирование и реализация технологий «умного города» //Экономика и парадигма нового времени. – 2023. – №. 4 (21). – С. 5–11.
38. Джукаева М. А., Муслимова М. И., Муслимова К. И. Зеленая экономика для умных городов //Ответственный редактор: Гуня Алексей Николаевич, доктор географических наук. – 2023. – С. 119.
39. Бурматова О. П. Концепция устойчивого развития умного города: экологический аспект //Всероссийский экономический журнал ЭКО. – 2021. – №. 6 (564). – С. 139–160.
40. Варшавский Л. Е. Концепция «умного города» и риски информационно коммуникационных технологий (ИКТ) //Теория и практика институциональных преобразований в России: сб. научных трудов/БГ Ерзнкян (ред.). М.: ЦЭМИ РАН. – 2020. – №. 50. – С. 116–127.
41. Свириденко К. И., Конягина М. Н. Концепция «умного» города в условиях Крайнего Севера: приоритеты и перспективы //Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2020. – Т. 11. – №. 3. – С. 179–192.

42. Савченков А. А. и др. Перспективы развития систем энергоснабжения Москвы //Научный редактор. – 2023. – С. 25.
43. Муравьёва Н. Н., Мудрова Е. Б. Умный город «с нуля»: факторы успеха //цифровая экономика и индустрия 4.0: форсайт Россия. – 2020. – С. 186–196.
44. Алеева Г. И. Концепция «Smart City» в сегменте «зеленой экономики» //Сила систем. – 2020. – №. 1 (14). – С. 6–10.
45. Ломовцева А. В., Трофимова Т. В. «Умный город»: цифровая трансформация городской среды //The Newman in foreign policy. – 2021. – Т. 1. – №. 58 (102). – С. 13–16.
46. Васильева Г. А. География «умных городов»: особенности мирового распределения //Мировые тенденции и перспективы развития инновационной экономики. – 2021. – С. 38–43.
47. Макаров А., Жунусов Б., Назмиев Э. Современная концепция развития города в рамках проекта «Smart City» //Региональный экономический журнал. – 2021. – №. 1. – С. 5–31.
48. Панкратьева С. Г., Резак Е. В., Червякова М. В. Развитие альтернативной энергетики в мире и в России: возобновляемые источники энергии и их роль в обеспечении потребителей энергией //Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. – 2021. – №. 4 (68). – С. 20.
49. Митина В. К. Развитие «умных городов» в странах Северной Африки //Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право. – 2023. – Т. 15. – №. 4. – С. 23–40.
50. Паршенцева А. В. Актуальные проблемы современного строительства. новый Каир: решение или предупреждение? //Актуальные проблемы современного строительства. – 2021. – С. 84–88.
51. Башанди М. М. Г. А. Теоретические основы формирования жилых территорий в условиях жаркого климата (на примере г. Каир) //будущее науки-2022. – 2022. – С. 23–28.
52. Зиятдинов Т. З. Мегалополисы: причины, масштабы, характеристики

и проблемы развития //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. ВГ Шухова. – 2021. – №. 8. – С. 35–44.

53. Тимакова Р. Т., Ергунова О. Т. Методологический подход к цифровизации и индустриализации развития региональных и муниципальных структур на постковидном пространстве //Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82. – №. 4 (86). – С. 371-376.

54. The Rise of Smart Cities in the UAE and its Impact on the Construction Industry // Sheridan. URL: <https://www.sheridanuae.com/the-rise-of-smart-cities-in-the-uae-and-its-impact-on-the-construction-industry/> (дата обращения: 19.05.2024).

55. Singapore: World's Smartest City - A Model for Urban Transformation // Novatr. URL: <https://www.novatr.com/blog/singapore-world-smartest-city> (дата обращения: 19.05.2024).

56. AI-driven Smart Cities Initiatives in Dubai and Abu Dhabi // GO-Globe. URL: <https://www.go-globe.com/ai-driven-smart-cities-dubai-and-abu-dhabi/> (дата обращения: 19.05.2024).

57. Smart Cities Programme // UNDP. URL: <https://www.undp.org/policy-centre/singapore/smart-cities-programme> (дата обращения: 19.05.2024).

58. Creating Global Sustainable Smart Cities (A Case Study of Masdar City) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1706/1/012141> (дата обращения: 19.05.2024).

59. Connected smart cities: How the Emirates are shaping urban living // E-Zigurat. URL: <https://www.e-zigurat.com/en/blog/smart-cities-emirates/> (дата обращения: 19.05.2024).

60. Masdar City at a Glance // Masdar. URL: <https://masdar.ae/-/media/corporate/downloads/masdar-city/masdar1.pdf> (дата обращения: 19.05.2024).

61. Smart Dubai — towards becoming the happiest city on Earth // UNDP. URL: https://www.digitaldubai.ae/docs/default-source/publications/a-better-world-vol-5_sdo.pdf (дата обращения: 19.05.2024).

62. Masdar City - Home Page // Masdar City. URL: <https://masdarcity.ae>

(дата обращения: 19.05.2024).

63. Singapore is a smart city: learn why // We Build Value. URL: <https://www.webuildvalue.com/en/megatrends/singapore-smart-city.html> (дата обращения: 19.05.2024).

64. Singapore HEC Paris // HEC Paris. URL : <https://www.hec.edu/sites/default/files/documents/Singapore-Smartcities-the-sustainable-program-six-leading-cities-report-2021-3.pdf> (дата обращения : 19.05.2024).

65. Singapore: the world's smartest city // Thales Group. URL: <https://www.thalesgroup.com/en/worldwide-digital-identity-and-security/iot/magazine/singapore-worlds-smartest-city> (дата обращения: 19.05.2024).

66. How Singapore became the world's poster child of smart cities // O-City. URL: <https://www.o-city.com/blog/how-singapore-became-the-worlds-poster-child-of-smart-cities> (дата обращения: 19.05.2024).

67. Masdar City: The eco-oasis blueprint for sustainable cities // PwC. URL: <https://pwc.ft.com/article/masdar-city-eco-oasis-blueprint> (дата обращения: 19.05.2024).

68. Sydney is the 18th smartest city in the world in 2023 // TimeOut. URL: <https://www.timeout.com/sydney/news/its-official-sydney-has-been-named-the-18th-smartest-city-in-the-world-040623> (дата обращения: 19.05.2024).

69. Smart city innovation and design challenge // UNSW Sydney. URL: <https://www.unsw.edu.au/engineering/study-with-us/young-wie-club/challenges/smart-city-design-challenge> (дата обращения: 19.05.2024).

70. Masdar City, Abu Dhabi: Sustainable from the Ground Up // Smart Cities Dive. URL: <https://www.smartcitiesdive.com/ex/sustainablecitiescollective/ground-sustainable-city/255596/> (дата обращения: 19.05.2024).

71. International Case Studies of Smart Cities: Singapore, Republic of Singapore // Inter-American Development Bank. -URL: <https://publications.iadb.org/en/international-case-studies-smart-cities-singapore-republic-singapore> (дата обращения: 19.05.2024).



СПРАВКА

о результатах проверки текстового документа
на наличие заимствований

Российский государственный
гидрометеорологический университет

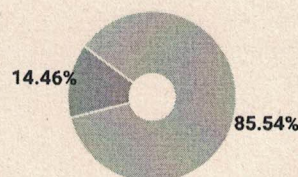
ПРОВЕРКА ВЫПОЛНЕНА В СИСТЕМЕ АНТИПЛАГИАТ.ВУЗ

Автор работы: Макбуль Асем Абдо Хамед
Самоцитирование
рассчитано для: Макбуль Асем Абдо Хамед
Название работы: МакбульА_MM2212_ВКР_антиплагиат
Тип работы: Выпускная квалификационная работа
Подразделение:

РЕЗУЛЬТАТЫ

СОВПАДЕНИЯ	14.46%
ОРИГИНАЛЬНОСТЬ	85.54%
ЦИТИРОВАНИЯ	0%
САМОЦИТИРОВАНИЯ	0%

ДАТА ПОСЛЕДНЕЙ ПРОВЕРКИ: 27.05.2024



Структура документа:

Проверенные разделы: содержание с.2, основная часть с.1, 3-94

Модули поиска:

Перефразированные заимствования по коллекции Интернет в английском сегменте; Переводные заимствования*; Диссертации НББ; Публикации РГБ; Перефразирования по коллекции издательства Wiley; ИПС Адилет; Шаблонные фразы; Библиография; Цитирование; Коллекция НБУ; Медицина; Перефразирования по коллекции IEEE; Издательство Wiley; Переводные заимствования издательства Wiley; Сводная коллекция ЭБС; Патенты СССР, РФ, СНГ; Переводные заимствования по Интернету (EnRu); Перефразирования по Интернету (EN); Публикации eLIBRARY; Кольцо вузов; СМИ России и СНГ; Переводные заимствования по коллекции Интернет в русском сегменте; СПС ГАРАНТ: аналитика; Перефразирования по Интернету; IEEE; Публикации eLIBRARY (переводы и перефразирования); Переводные

Заключение о работе (оценка):

Работу проверил: Семенова Юлия Евгеньевна

ФИО проверяющего

Дата подписи:


Подпись проверяющего



Чтобы убедиться
в подлинности справки, используйте QR-код,
который содержит ссылку на отчет.

Ответ на вопрос, является ли обнаруженное заимствование
корректным, система оставляет на усмотрение проверяющего.
Предоставленная информация не подлежит использованию
в коммерческих целях.

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу (диссертацию) магистра
«Перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира»
выполненную студентом гр. М-М22-1-2

Российского государственного гидрометеорологического университета
Макбуль Асем Абдо Хамеда

Актуальность работы определяется тем, что сегодня мир сталкивается с растущей потребностью в принятии мер по уменьшению выбросов парниковых газов, снижению зависимости от нестабильных поставок нефти и газа, а также улучшению качества жизни горожан. В связи с этим разработка и реализация проектов, направленных на создание «умных» городов с использованием «зеленой» энергетики, становится стратегически важной задачей для мирового сообщества. Актуальность темы перспективы развития «зеленой» энергетики заключается в том, что миру требуется более безопасная и устойчивая жизнь, улучшение жизни граждан и экономический рост, достижение принципа нулевых выбросов углекислого газа, достижение «умной экономики», умной жизни (которая включает культуру, здравоохранение, жилье, безопасность, образование и развлечения), а также разумное управление. Выбор темы данного исследования, помимо его актуальности, во многом обусловлен постоянно меняющейся ситуацией в последние годы в сфере инвестиций в зеленую энергетику и отказа от ископаемого топлива.

Структура работы включает в себя введение, три раздела, заключение и список используемых источников. В первом разделе исследованы теоретические основы развития «зеленой» энергетики. Во втором разделе представлен организационно-экономический анализ возможностей развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира. В третьем разделе приведены рекомендации по внедрению «зеленой» энергетики в проекте «умный» город в Новом Каире.

Во всей работе соблюдена внутренняя логика, обработано большое количество научного материала. Литературные источники использованы грамотно, весь использованный материал отражен в списке используемых источников.

Содержание работы соответствует теме, студент показал способность формулировать собственную точку зрения, обосновывать выводы, затронув все существенные аспекты данной темы.

Существенных недостатков в работе не выявлено. Недостатком работы является недостаточная глубина рассмотрения работ зарубежных авторов по теме диссертации. Существует ряд стилистических погрешностей. Однако найденные недостатки не влияют на качество исследования.

Выпускная квалификационная работа Макбуль Асем Абдо Хамеда по теме «Перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира» отвечает всем основным требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам выпускника университета по направлению подготовки 38.04.02 «Менеджмент» и может быть рекомендована к защите.

Работу Макбуль Асем Абдо Хамеда оцениваю на отлично. При успешной защите Выпускной квалификационной работы ей может быть присвоена квалификация магистра.

Рецензент

Заведующий кафедрой экономики
предпринимательства ФГБОУ ВО «СПбГЭУ»,
доктор экономических наук, профессор

28 мая 2024 г.



Подпись руки заверяю

Начальник отдела кадров по работе
персоналом управления кадров

Е.С. Петрова

«28» мая 2024 г.

Е.В. Ялунер



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра экономики предприятия природопользования и учетных систем

Отзыв на магистерскую диссертацию

Тема: Перспективы развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира

студента Макбуль Асема Абдо Хамеда

2 курса группы М-М22-1-2

Научный руководитель кандидат экономических наук, доцент

Семенова Юлия Евгеньевна

Содержание магистерской диссертации соответствует заявленной теме. Тема раскрыта в полной мере.

Тема ВКР является актуальной, так как развитие «зеленой» энергетики является важнейшей задачей в условиях современной экономики. Проблемы преобразования мегаполисов в «умные» города наиболее сложны, поскольку эти города представляют собой не только центры экономического и социального развития, но и являются крупными потребителями энергии. Сегодня мир сталкивается с растущей потребностью в принятии мер по уменьшению выбросов парниковых газов, снижению зависимости от нестабильных поставок нефти и газа, а также улучшению качества жизни горожан. В связи с этим разработка и реализация проектов, направленных на создание «умных» городов с использованием «зеленой» энергетики, становится стратегически важной задачей для мирового сообщества. Выбор темы данного исследования, помимо его актуальности, во многом обусловлен постоянно меняющейся ситуацией в последние годы в сфере инвестиций в зеленую энергетику и отказа от ископаемого топлива.

Работа состоит из введения, трёх глав и заключения. В первой главе исследованы теоретические аспекты развития «зеленой» энергетики. Во второй главе представлен

организационно-экономический анализ возможностей развития «зеленой» энергетики в проектах «умных» городов мира. В третьей главе приведены рекомендации по внедрению «зеленой» энергетики в проекте «умный» город в Новом Каире.

Магистрант успешно справился с выбором методик и показателей, необходимых для проведения анализа, произвел необходимые расчёты, что положительно характеризует его работу. В данной работе даны рекомендации по внедрению технологий солнечной и ветровой энергетики, «умной» системы транспорта в условиях Нового Каира.

Магистерская диссертация имеет важное практическое значение – разработанные рекомендации могут быть применены для совершенствования стратегических планов развития современных городов.

Работа выполнена самостоятельно. Следует отметить инициативность студента, способность проводить самостоятельные исследования, проводить анализ и делать обоснованные выводы. В ходе написания диссертации, были опубликованы 2 статьи в научных журналах, размещенных в базе РИНЦ.

Оценка оригинальности текста в отчёте о проверке составляет 85,54%

Текст магистерской диссертации может быть опубликован в ЭБС в полном объёме.

Считаю, что данная магистерская диссертация выполнена на достаточно высоком уровне и полностью соответствует требованиям, предъявленным ФГОС ВПО по направлению подготовки 38.04.02 «Менеджмент». Работа оценивается положительно, и Макбуль Асем Абдо Хамед заслуживает присвоения квалификации магистра.

Научный руководитель



Семенова Ю.Е.

«28» мая 2024 г.

С результатами ознакомлен (а)



Макбуль А.А.Х.

«28» мая 2024 г.